

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-152608

(43)Date of publication of application : 10.06.1997

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337

(21)Application number : 08-032382

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 20.02.1996

(72)Inventor : MURAI HIDEYA
SUZUKI SHIGEYOSHI

(30)Priority

Priority number : 07144442 Priority date : 12.06.1995 Priority country : JP
07273614 26.09.1995

JP

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, AND ITS MANUFACTURE AND ITS DRIVING METHOD

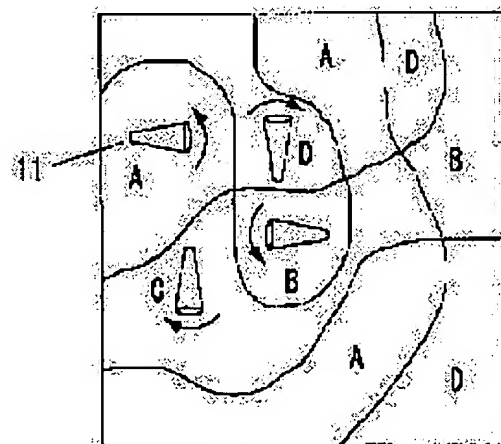
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the liquid crystal display device which is superior in visual angle characteristics and contrast, and to provide its manufacturing method and driving method.

SOLUTION: This device has plural pixels having liquid crystal layers of nematic liquid crystal sandwiched between two substrates. Then this device features the coexistence of four fine areas A, B, C, and D which are fine areas differing in the twist direction of liquid crystal and fine areas differing in the rising direction of liquid crystal molecules. Specially, two areas where liquid crystal twists in the same direction and rise in different directions are not in line contact on a virtual plane.

Further, the liquid crystal layers contains

macromolecules to stabilize the four areas. The liquid crystal display device which is superior



in visual angle dependency and has high contrast can be manufactured through a simple process similar to a conventional process.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.02.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2765555

[Date of registration] 03.04.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view which expanded the liquid crystal layer of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view showing the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 3] It is the enlarged drawing which looked at the liquid crystal layer of the liquid crystal display of this invention from the substrate perpendicular direction.

[Drawing 4] It is the plan which expanded the liquid crystal layer of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 5] It is the sectional view showing the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 6] It is the sectional view of the liquid crystal display in which a spray array is shown.

[Drawing 7] It is drawing showing the relation between the direction of rubbing, and a spray array.

[Drawing 8] It is the plan which expanded the liquid crystal layer of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 9] It is the sectional view showing the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 10] The direction of torsion of liquid crystal is the same, and it is drawing showing the behavior of the liquid crystal molecule in the boundary section of the field where the directions of a standup of a liquid crystal molecule differ. (a) It is at the (b) electrical-potential-difference impression time at the time of electrical-potential-difference un-impressing.

[Drawing 11] The direction of torsion of liquid crystal is opposite, and it is drawing showing the behavior of the liquid crystal molecule in the boundary section of the field where the directions of a standup of a liquid crystal molecule differ. (a) It is at the (b) electrical-potential-difference impression time at the time of electrical-potential-difference un-impressing.

[Drawing 12] It is the sectional view showing the liquid crystal display of this invention containing a macromolecule.

[Drawing 13] It is wave-like drawing used for the drive approach of the liquid crystal display of this invention. (a) (This invention b) conventional technique

[Drawing 14] It is the permeability-electrical-potential-difference curve of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 15] It is the 1-pixel polarization microscope photograph of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 16] It is the 1-pixel polarization microscope photograph of the liquid crystal display of this invention (inclination).

[Drawing 17] It is drawing showing the viewing-angle property of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 18] It is drawing showing the viewing-angle property of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 19] It is drawing showing the viewing-angle property of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 20] It is drawing showing the contrast of the liquid crystal display component of this invention.

[Drawing 21] It is drawing of the response curve when impressing the electrical potential difference more than a threshold electrical potential difference at the time of a low.

[Drawing 22] It is drawing showing the electrode configuration of the substrate used in the example 1.

[Drawing 23] It is the polarization microscope photograph of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 24] It is drawing which expanded the 1-pixel appearance of the liquid crystal display of this invention obtained in the example 2.

[Drawing 25] It is the sectional view of the conventional liquid crystal display (electrical-potential-difference un-impressing).

[Drawing 26] It is a sectional view for explaining the technical problem of the conventional liquid crystal display (electrical-potential-difference impression).

[Drawing 27] It is the perspective view of the conventional liquid crystal display.

[Drawing 28] It is the plan of the conventional liquid crystal display.

[Drawing 29] It is the sectional view of the conventional liquid crystal display.

[Drawing 30] It is drawing showing the conventional liquid crystal display.

[Drawing 31] It is drawing showing the technical problem of the conventional liquid crystal display.

[Description of Notations]

11 Liquid Crystal Molecule

12 Macromolecule

13 Pre Tilt Angle

21 31 Orientation film

22 32 Transparent electrode

23 Three Glass substrate

34 The Direction of Rubbing

35 Electrode Opening

41 42 Beam of light

A, B, C, D Minute field where orientation differs

a-a', b-b' The direction of rubbing of a substrate

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-152608

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

(51) IntCl.⁶

G 0 2 F 1/1337

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 F 1/1337

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平8-32382

(22) 出願日 平成8年(1996)2月20日

(31) 優先権主張番号 特願平7-144442

(32) 優先日 平7(1995)6月12日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平7-273614

(32) 優先日 平7(1995)9月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 村井 秀哉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 鈴木 成嘉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

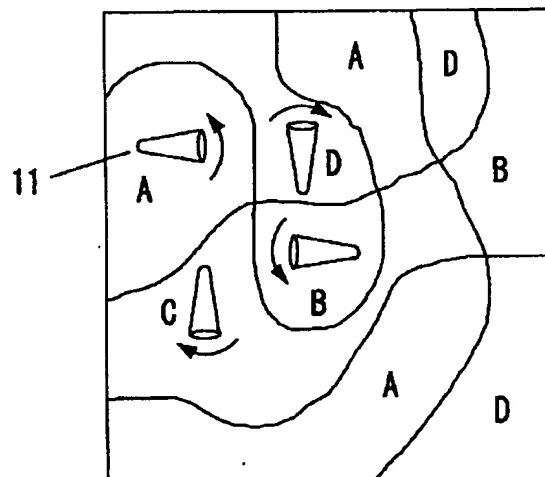
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置、その製造方法およびその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 視角特性およびコントラストが優れる液晶表示装置およびその製造方法、駆動方法を提供する。

【解決手段】 2枚の基板間にネマチック液晶よりなる液晶層が挟持された複数の画素を有する液晶表示装置において、液晶のねじれ方向の異なる微小領域と液晶分子の立上り方向の異なる微小領域の4つの微小領域A、B、C、Dが共存することを特徴とする。特に、液晶のねじれ方向が同一で、立上り方向が異なる2領域が、仮想平面上、線で接していない構造を有する。さらに、4つの領域の安定化のために液晶層が高分子を含む。視角依存性が優れるとともに高コントラストの液晶表示装置を従来と同様の簡易な工程で製造することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】2枚の基板間にネマチック液晶よりなる液晶層が挟持された液晶表示装置において、前記液晶層内に液晶分子の立上り方向が異なる2種の不規則な微小領域が共存することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】2枚の基板間にネマチック液晶よりなる液晶層が挟持された液晶表示装置において、前記液晶層内に液晶の配向ベクトルのねじれ方向の異なる微小領域と液晶分子の立上り方向の異なる微小領域とが共存することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】前記液晶層内に液晶の配向ベクトルのねじれ方向の異なる微小領域と液晶分子の立上り方向の異なる微小領域の合計4種の微小領域が共存することを特徴とする請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項4】液晶の配向ベクトルのねじれ方向の異なる微小領域と液晶分子の立上り方向の異なる微小領域の4つの微小領域が前記液晶層の1画素内に共存することを特徴とする請求項2または3記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記微小領域が不規則な形状をしていることを特徴とする請求項2から請求項4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項6】前記2枚の基板の表面がそれぞれ一方に配向処理されていることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項7】液晶の配向ベクトルのねじれ方向が同一であり、液晶分子の立上り方向の異なる領域の各々が、前記液晶層を横切る仮想平面上において線で接していないことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項8】前記2枚の基板の少なくとも一方の基板上に液晶分子を配向させるための配向膜があり、その配向膜のプレチルト角が0.5°以下であることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項9】前記2枚の基板の少なくとも一方の基板上に液晶分子を配向させるための配向膜があり、その配向膜がラビング方向に垂直に液晶分子を配向させる特性を有することを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項10】前記液晶層が、液晶がスプレイ配列となるねじれ方向を有するカイラル剤を含むことを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項11】前記2枚の基板上の電極が異なる形状をしているか、または少なくともいずれか一方の基板上の電極に開口部があり、2枚の基板間で不均一な電界を生じる領域があることを特徴とする請求項1から請求項10のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項12】前記液晶層に少量の高分子が存在していることを特徴とする請求項1から請求項11のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項13】前記液晶層中に存在する高分子の量が0.02wt%以上4wt%以下であることを特徴とする請求項12記載の液晶表示装置。

【請求項14】前記2枚の基板の一方側または両側に負の屈折率異方性を有する補償板を配することを特徴とする請求項1から請求項13のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項15】液晶分子の立上り方向が異なる2種の微小領域、または液晶の配向ベクトルのねじれ方向の異なる微小領域と液晶分子の立上り方向の異なる4種の微小領域が形成されるように組み合わせられた2枚の基板間に、液晶または少量のモノマーまたはオリゴマを含む液晶溶液を注入し、その後電圧印加下で、液晶相一等方相の相転移温度以上の温度から相転移温度以下の温度まで液晶層を冷却することにより液晶分子の立上り方向が異なる2種の微小領域、または液晶の配向ベクトルのねじれ方向および液晶分子の立上り方向の異なる4種の領域を生成させることを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項16】液晶分子の立上り方向が異なる2種の微小領域、または液晶の配向ベクトルのねじれ方向の異なる微小領域と液晶分子の立上り方向の4種の微小領域が形成されるように組み合わせられた2枚の基板間に、少量のモノマー又はオリゴマを含む液晶溶液を注入し、その後当該モノマーまたはオリゴマを反応させ高分子とすることを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項17】液晶の液晶相一等方相の相転移温度以上の温度で前記モノマーまたはオリゴマを反応させ高分子とすることを特徴とする請求項15または請求項16記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項18】電圧印加下で前記モノマーまたはオリゴマを反応させ高分子とすることを特徴とする請求項15から請求項17のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項19】前記モノマーまたはオリゴマを2回以上分けて反応させることを特徴とする請求項15から請求項18のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項20】電圧印加時に液晶分子の立上り方向が異なる微小領域が共存する液晶表示装置の駆動方法において、低レベルの電圧印加状態においても液晶分子のしきい値電圧以上の電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、文字、図形等を表示する液晶表示装置、その製造方法およびその駆動方法に関するものであり、視覚特性が優れるとともに、高コントラストの液晶表示装置として利用される。

【0002】

【従来の技術】従来の液晶表示装置は、電圧印加時の液

晶分子特有の挙動により視野角が狭いという固有の課題を有している。液晶表示装置の視野角が狭い理由を、薄膜トランジスタ(thin film transistor; TFT)駆動の液晶表示装置に多く用いられているねじれネマチック(twisted nematic; TN)モードを例にとって説明する。図25は、電圧非印加時の液晶表示装置の断面図であり、図26は電圧を印加したときの液晶表示装置の断面図である。

【0003】液晶分子は棒状の分子と考えられるが、TNモードにおいては図25に示すように液晶分子が2枚のガラス基板間に挟持されている。すなわち、液晶分子11は上基板33でも下基板23でもほぼガラス基板に平行に配向している。(但し、ガラス基板界面とは小さなプレチルト角13をなして配向している。)実際には、液晶分子の上基板面内の方位方向と下基板面内の方位方向がほぼ90°をなすように配置されているが、図25、図26においては見易くするために、この90°の液晶分子のねじれは表示していない。この電圧非印加の状態では顕著な視覚依存性は生じない。

【0004】このTN配列に電圧を印加すると、図26に示すように液晶分子は電界と平行になるように配列を変える。この際、プレチルト角方向から液晶分子は立ち上がりようとする。液晶分子の複屈折性は、液晶分子長軸と光線のなす角度によって決まる。図26のセル中央部の液晶分子に注目すると、光線42はセル中心部の液晶分子長軸と大きな角度をなし、一方光線41は小さな角度をなす。このため、図26の左方向への視覚変化と右方向への視覚変化に対して異なる光学特性を示す。通常の液晶表示装置では、図26の左右方向が画面の上下方向に設定されている。このため、上方向への視覚変化に対しては、画像が白っぽくなりコントラストが低下する「白浮き」として認識され、下方向への視覚変化に対しては画像が暗くなり、ネガポジが反転した「黒つぶれ」として認識される。

【0005】この課題を解決するための技術が特開昭63-106624号公報に開示されている(図27)。この従来技術においては液晶表示装置の1画素を複数の領域(領域I、領域II)に分割し、隣り合う領域でのラビングの向きを変えている。ラビングにより配向膜表面における液晶分子はプレチルトを生じるが、隣り合う領域でその方向が異なるため、電圧印加時の液晶分子の立上り方向が逆となる。これにより視覚依存性は隣り合う領域で相殺され、視覚依存性の少ない素子が得られる。すなわち、1画素が液晶分子が左から立ち上がる領域と右から立ち上がる領域に分割されており、光線が傾いた場合、一方の領域中の液晶分子と光線の成す角度は大きくなり、他方の領域中の液晶分子との成す角度は小さくなる。これにより、光線の傾きに対して画素全体の光学特性は左右対称となり、前述した視覚に伴う画像反転や白浮きが抑制されるようになる。

【0006】さらに、上下基板のラビングの位置をずらすことにより、1画素内を4領域に分割する技術が、特開平5-173135号公報に開示されている(図28)。

【0007】上記課題を解決するための他の技術が特開平6-194655号公報に開示されている(図29)。この従来技術においては、基板表面はラビングされておらず、また液晶中には液晶分子が基板間で90°ねじれるようにカイラル剤が添加されている。等方相で液晶を注入し、室温まで冷却すると、液晶の配向ベクトルが場所により異なり、連続的に変化する素子が得られる。この素子において光線が傾いた場合の各配向状態の寄与は、全方向について平均化されるためにいずれの方向においても視覚依存性の小さい液晶表示装置が得られる。

【0008】また、視覚特性を改善する他の技術が特開平7-92466号公報に開示されている(図30)。この技術においては、カイラル材を含む液晶材料とプレチルト角が0°である配向膜を使用することにより、複数回のラビングを行うことなく、特開昭63-106624号公報と同様な視覚依存性の小さい液晶表示装置が得られている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の液晶表示装置においては、以下のような問題がある。

【0010】まず、特開昭63-106624号公報(図27)および特開平5-173135号公報(図28)に開示された技術においては、微小領域に異なるラビングを行うため、通常のTN型の液晶表示装置の製造工程に比べて、さらにレジスト工程が必要とされるとともに複数回のラビング工程も必要とされる。また、これらの上下基板の微小領域を正確に重ね合わせるために、2枚の基板を高精度に張り合わせなければならない。この結果、これらの開示技術における液晶表示装置は、従来の液晶表示装置に比べ、コスト高になるとともに生産性が低下する。

【0011】一方、特開平6-194655号公報(図29)に記載された従来技術では、配向膜がラビング処理がされていないために、配向膜による液晶分子の配向力が弱く、液晶を液晶相状態において基板間に注入すると注入時の流れ模様が残り、良好な配向状態が得られない。そのため、この従来技術では、基板全体を加熱し、等方相状態において液晶を注入しなければならないという課題がある。

【0012】また、特開昭63-106624号公報(図27)、特開平6-194655号公報(図29)および特開平7-92466号公報(図30)に開示された技術に共通する課題として、微小領域間の境界部からの光漏れにより、コントラストが低下するという課題

がある。すなわち、これらの技術による液晶表示装置においては、液晶の配向ベクトルのねじれ方向（以下「液晶のねじれ方向」という）が同一で、液晶分子の立上り方向（以下「液晶の立上り方向」という）の異なる2領域が「線」で接する状態で共存する（ここにいう「線」とは、基板垂直方向から見たときに境界部が「線」に見えることを意味し、三次元的に見れば基板にほぼ垂直な「面」として接している状態である）。後で検討するように（図10）、この2つの領域の境界部の液晶分子は電圧印加時においても、電圧無印加時の配列状態が保持されたままである。従って、電圧印加により黒表示とした場合（ノーマリホワイトモード）においても、その境界部からは光漏れが生じ、黒表示時の透過率は十分に小さくならず、コントラストの大きい液晶表示装置を得ることができない。

【0013】このコントラストの低下を解決する方法として、2領域の境界部に遮光マスクを設けることが考えられるが、この方法では遮光マスクにより各画素の開口率が低下し、結果として液晶表示装置の画面の明るさが低下するという問題を生じる。

【0014】また、特開平7-92466号公報（図30）に開示された技術においては、電圧印加時に不均一電界が生じるのは主に電極の端部においてであり、電極中央部での電界の不均一性は生じない。このため、電極中央部の液晶の立上り方向が電極端部における立上り方向と一致しない場合が生じる。この傾向は特に電圧印加直後において著しい。さらに、このような立上りが生じた場合には、液晶の立上り方向の異なる2つの領域が経時的に変化することとなり、斜め方向における視覚特性が経時的に変化するとともに、境界部を覆うために設けた遮光マスクが有効に機能しないという課題がある。

【0015】この境界領域の移動の詳細な状況については特願平7-98336号公報に記載されている（図31）。図31は対角方向に開口部35を有する電極を使用した液晶表示装置の電圧印加後の様子を示したものである。状態Hと状態Lは、液晶のねじれ方向が同一で、立上り方向の異なる2領域を示す。電界印加直後、十分な時間を経過した後は、開口部35に従った2領域に分割されるが、電圧印加直後においては開口部と異なる位置に境界部が生成し、意図しない位置に2種類の領域が発生する。

【0016】従って、本発明は上記従来技術の課題を解決し、視覚特性およびコントラストの優れた液晶表示装置およびその製造方法、駆動方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、1) 微小領域についてのラビングを施すことなく液晶の立上り方向の異なる2領域、さらには液晶のねじれ方向および立上り方向の異

なる4領域を液晶層内に生成させる新規な技術、2) 液晶のねじれ方向の異なる2領域の境界部と液晶の立上り方向の異なる2領域の境界部が光学的に異なる挙動を示す（ねじれ方向の異なる2領域間では光漏れが生じない）という新規な知見、3) 液晶のねじれ方向の異なる2領域の境界部を液晶の立上り方向の異なる2領域の境界部に比べ優先的に発生させる新規な技術、さらに4) そのような4つの微小領域を安定に共存させ、固定化する新規な技術を見いだしたことによってなされたものである。

【0018】具体的には、本発明による液晶表示装置は、2枚の基板間にネマチック液晶よりなる液晶層が挟持された液晶表示装置において、前記液晶層内に液晶分子の立上り方向が異なる2種の不規則な微小領域が共存することを特徴とする。

【0019】また、本発明の他の液晶表示装置は2枚の基板間にねじれネマチック液晶よりなる液晶層が挟持された液晶表示装置において、前記液晶層内に液晶のねじれ方向の異なる微小領域と液晶分子の立上り方向の異なる微小領域とが共存することを特徴とし、特に液晶のねじれ方向が同一で液晶分子の立上り方向の異なる微小領域が、前記液晶層を横切る仮想平面上において線で接していないことを特徴とする。

【0020】また、本発明の他の液晶表示装置は、2枚の基板間にネマチック液晶よりなる液晶層が挟持された液晶表示装置において、液晶分子のねじれ方向および立上り方向の異なる4つの微小領域が1画素内に共存することを特徴とする。

【0021】また、本発明の他の液晶表示装置はこれらの微小領域を安定化させ、経時変化のない液晶表示装置を得るために、液晶層に少量の高分子が存在していることを特徴とする。

【0022】また、本発明はこのような液晶表示装置を製造する方法として、2枚の基板間に液晶を注入し、その後電圧印加で液晶相一等方相の相転移温度以上の温度から相転移温度以下の温度まで液晶層を冷却する方法等を提供する。

【0023】さらに、本発明はこのような方法で製造された構造を安定に存在させる技術として、液晶層が少量の高分子を含む構造および液晶層がモノマーまたはオリゴマ（以下「モノマー等」という）を含み、当該モノマー等を液晶の液晶相一等方相の相転移温度以上の温度で高分子とする液晶表示装置の製造方法等を提供する。

【0024】さらに、本発明はこのような液晶表示装置の駆動方法として、低レベルの電圧印加時においてもしきい値電圧以上の電圧を印加する駆動方法を提供する。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の構成および作用を以下図を用いて説明する。

【0026】図1は本発明の液晶表示装置の中間の電圧

10

20

30

40

50

印加時における1画素分の液晶層を拡大した斜視図である。なお、図1においても図25と同様に液晶分子の90°のねじれは省略してある。

【0027】この本発明による液晶表示装置は、2枚の基板間にねじれネマチック液晶よりなる液晶層が挟持された液晶表示装置において、電圧印加時に液晶分子11の立上り方向が異なる2種の不規則な微小領域A、Bが共存することを特徴としている。

【0028】なお、本発明の構成を特定するために使用する「不規則な微小領域」という表現は、レジスト等を使用して意図的に一画素内を2以上の微小領域に分割する従来技術により作製される「規則的な」微小領域を除く意であり、このような意図的な方法によらず自然発生的に生じた規則性を有する微小領域も「不規則な微小領域」に含まれる。

【0029】液晶層が各画素についてこのような構造を有することにより、2種の領域の視覚依存性が相殺し、中間調においても上下方向について視覚依存性の少ない広視野角な液晶表示装置が得られる。中間調における液晶層の断面図を図2に示す。図2において斜めからの光線41、42に対してAとBの領域は逆の関係になり、視覚依存性が相殺する。

【0030】本発明の液晶表示装置の他の例を図3を用いて説明する。図3は本発明の液晶表示装置の中間電圧印加時における一画素を拡大して、基板垂直方向から見た図であり、各微小領域(A、B、C、D)のセル厚中央部の液晶分子の立上りの様子を示す。また、図3中の矢印は、液晶分子のねじれ方向を示す。この発明においては図1に示す液晶分子の立上り方向の異なる領域A、Bのほかに、さらに、A、Bとはねじれ方向が異なり、互いに液晶分子の立上り方向の異なる領域C、Dの合計4種類の微小領域が共存している。

【0031】これら4種の微小領域A、B、C、Dにおける液晶分子11の立上り方向は、図3に示すように、90°づつ異なっている。図24で説明したように、液晶分子の立上る方向(通常のTN素子の下方向)の視野角は狭いが、本発明の液晶表示装置においては、液晶の立上り方向、ねじり方向の異なる4種の微小領域が共存し、結果とした液晶分子の立上り方向が90°づつずれた4種の微小領域からなるため、すべての方向において階調反転のない広視野角の液晶表示装置が得られる。

【0032】なお、視覚特性改善という点から4種の微小領域の大きさは、大きすぎることは望ましくなく、それぞれの画素の中に4種の微小領域が共存していることが望ましい。しかし、複数の画素で一つの色を表示するような場合もあり、1画素内に4種の微小領域が存在することは必須の要件ではない。

【0033】図1は2種の微小領域からなり、図3は4種の微小領域からなるが、この間の状態である3種の領域が共存する液晶表示装置も製造可能である。具体的

方法としては、カイラル剤を極微量添加する、電圧印加下で冷却する等による。

【0034】本発明の4種の微小領域を有する他の液晶表示装置の例を図4、図5を用いて説明する。図4は本発明の液晶光学素子の中間の電圧印加時における液晶表示装置の1画素を基板の垂直方向から見たときの拡大図である。図4中には液晶層中央部の液晶分子の立上り挙動を示すとともに、矢印により液晶のねじれ方向を示してある。また、図5は図4のc-c'における本発明の液晶表示装置の断面図を示したものである。

【0035】この本発明の液晶表示装置においては4つの微小領域が1画素内に存在するとともに、その形状もより制御されている。

【0036】図4に示した本発明の液晶表示装置においては、液晶のねじれ方向および立上り方向の異なる4つの微小領域A、B、C、Dが共存するのみでなく、各画素内における液晶の立上り方向が反対の2領域が対称の位置に存在し、かつ、その大きさもほぼ等しい。従って、「白浮き」と「黒つぶれ」が正確に相殺し、さらに全方位に対して優れた視覚特性が得られる。

【0037】本発明の液晶表示装置における「4つの微小領域は」は、液晶のねじれ方向、立上り方向が異なるほぼ4つの微小領域からなることをいい、厳密に「4つ」の領域のみからなることを必要としない。たとえば、いずれかの領域が2つに分かれて存在している場合や、1画素を2分割または3分割等し、その各々が4つの微小領域からなっている場合であってもよい。また、4つの微小領域は図4に示すように、厳密に4等分であることは要せず、意図的にその比率を変えたものであってもよい。

【0038】一方、本発明の液晶表示装置における4つの微小領域の制御は、後述するように自然発生的な因子も含むため、その境界部は直線に限られず、曲線であってもよい。

【0039】また、本発明における液晶表示装置において重要な点は、共存する4種の微小領域のうち液晶のねじれ方向が同一で液晶分子の立上り方向の異なる領域(図3または図4のAとB、CとD)が仮想平面上において線で接していないことである。

【0040】これにより、本発明の液晶表示装置は、ノーマリホワイトモードにおいて視覚特性が優れるのみでなく、特開昭63-106624号公報、特開平6-194655号公報に記載された従来技術に比べ、高いコントラストを得ることができる。

【0041】本発明の液晶表示装置は、たとえば以下のような配向手段や液晶材料を使用することにより実現される。

【0042】まず、本発明の配向手段としては、液晶分子の2つの立上り方向がほぼ同じ確率で生成する配向手段を使用することが必要である。立上り方向が1方向の

みでは、2種または4種の微小領域が生じないからである。従って、配向手段としてラビング配向膜を使用する場合は、2つの立上り方向がほぼ同じ確率で生成する配向膜を使用する。

【0043】このような1回のラビングにより2種の立上り方向が共存しうる配向膜として、例えば以下の2つの配向膜をあげることができる。

【0044】一つには、ラビングによって生成するプレチルト角が小さい配向膜である。

【0045】従来、知られている配向膜においてはラビングの向きにより液晶分子の立上り方向が決定された。これは、ラビング操作により配向膜がラビング方向に平行にプレチルト角を生じること起因している。このため従来の配向膜では、1回のラビングにより液晶分子の立上り方向の異なる2種の領域を生成させることが不可能であるか、または2種の領域が生成したとしてもきわめて不安定であり実用性のないものであった。

【0046】本発明はこの問題を解決することによりなされたものであり、1回のラビングにより2種の立上り方向が安定に共存しうる配向膜を使用することにより、従来のTN型の液晶表示装置作製と同様の簡易な工程により広視野角かつ高コントラストの液晶表示装置を得ることができる。すなわち、従来の工程と同様、1回のラビングにより、液晶分子が立上る方向の異なる2種の領域、または液晶のねじれ方向が異なる領域および液晶分子が立上る方向の異なる4種の領域が生成する広視野角の本発明の液晶表示装置を得ることができる。従って、微小領域ごとのラビングを必要としないので、特開昭63-106624号公報、特開平5-173135号公報に開示されている技術のような複数回のラビング工程や、レジスト工程は不要である。また、それぞれの基板は一回ラビングを行っているため液晶分子に対する配向力は強く、注入時の流れ配向は問題とならない。従って、室温での注入が可能であり、注入時に基板を加熱する必要もない。

【0047】このような低プレチルト角を有する配向膜として、特定のポリイミド、ポリスチレンなどを挙げることができる。プレチルト角の小さい配向膜を使用することにより、液晶分子の立上り方向が異なる場合のエネルギー差は小さくなり、電圧印加時に液晶分子が両方向から立上るとともに、その状態が安定に存在する本発明の液晶表示装置を得ることができる。具体的には、このような低プレチルトの配向膜として、プレチルト角が 0.5° 以下である配向膜を挙げることができる。また、ある種の高分子（たとえばポリスチレン）を配向膜として使用した場合には、高分子鎖がラビング方向に対して垂直に配向し、液晶分子もラビング方向に垂直に配向する。このような配向膜においてはラビング方向とプレチルトの発生方向は垂直であり、プレチルト角がほとんど 0 に近い配向状態が得られる。

【0048】プレチルト角は、クリスタルローテーション法等により測定することができる。

【0049】一方、立上り方向の異なる2種の微小領域を有する本発明の液晶装置においては、プレチルト角が小さい配向膜を使用せず、カイラル剤の添加により、2種の立上り方向をほぼ等しい確率で発生させることもできる。

【0050】また、本発明の液晶表示装置に使用する配向手段としては、偏光を利用して基板表面の液晶分子を1方向に配向させるものやグループ等の微小な凹凸溝により配向させるものが利用できるが、この場合においても2方向の立上りがほぼ等確率で生成するものである必要がある。これは、偏光による配向面や微小溝が基板に対して傾いているものでなればよいことに対応し、通常の方法により容易に作成できる。直線偏光による配向処理方法としては、たとえば、ジャバン ジャーナル オブ アプライド フィジックス (Jap. J. Appl. Phys.), Vol. 31 (1992) PP. 2155-2164または、ネイチャー (Nature), Vol. 351 (1991) PP. 49-50に記載された方法がある。また、これらの配向膜を単独で用いるほか、これらの配向膜を塗布、直線偏光で配向処理を行った後、例えば、リキッド クリスタルズ (Liquid Crystals), Vol. 18, (1995) PP319-326に記載されているような光重合基をもつ液晶性モノマーを塗布し、偏光方向と垂直方向に液晶性モノマーを配向させた後、光重合させ、配向膜として用いることにより、より安定した配向状態が得られる。

【0051】2種の液晶の立上り方向を安定に共存させる他の方法は、図1に示す2種の不規則な領域が存在する液晶表示装置において液晶層に、液晶がスプレイ配列となるねじれ方向を有するカイラル材を含ませることによるものである。

【0052】スプレイ配列とは図6に示す配向状態であり（図6は見やすくするために、 90° のねじれを省略してある）、図25に示すノーマルティルト配列に対立するものである。

【0053】プレチルトの小さい配向膜を使用した場合には、スプレイ配列とノーマルティルト配列との差は小さいが、完全に同一ではなく、液晶分子の立上り方向の異なる2種の領域の安定性に差が認められる。すなわち、スプレイ配列とすることにより、2つの立上り領域の割合がほぼ等しく、また経時的に変化しない安定な微小領域を得ることができる。

【0054】なお、ラビング方向と液晶分子の配列の関係を示したのが、図7である。24、34はそれぞれ上側基板、下側基板のラビング方向を示す。図7において、Cがスプレイ配列、Dがノーマルティルト配列となる。

【0055】液晶分子がラビング方向に垂直に配向する配向膜を使用した場合には、原理的にはアレチルト角が特定方向に生じることはない。しかし、実際にはラビング時の微妙な条件により両ねじれ方向に対する立上り方向の異なる2種の領域は等しく安定にはならない場合がある。このため、2種の領域が安定する方向を実験的に決定し、適当な回転方向を有するカイラル剤が添加される。

【0056】次に液晶材料の点からは、そのねじれ特性が本発明の液晶表示装置においては重要である。

【0057】本発明の液晶表示装置において、液晶分子のねじれ方向はカイラル剤の添加により自由に制御することができる。

【0058】カイラル材の添加により、前述のようにスプレイ配列に制御した場合、または低アレチルト角の配向膜を使用し、ねじれ方向を一方向に制御した場合には、液晶分子の立上り方向の異なる2種の領域のみが共存する図1のような本発明の液晶表示装置が得られる。

【0059】一方、カイラル材を全く添加していないかまたは添加量が少ない場合には液晶のねじれ方向の異なる微小領域と液晶分子の立上り方向の異なる微小領域の合計4種の微小領域が共存する図3または図4に示した液晶表示装置が得られる。すなわち、2つのねじれ方向の異なる領域がほぼ等確率で発生するため、4種の領域がほぼ等確率で発生する本発明の液晶表示装置が得られる。また、この本発明の液晶表示装置は、液晶層がカイラル材を含まないため駆動電圧の増加も生じないという利点もある。

【0060】また、カイラル材の量をきわめて少量に制御することにより、4種の領域が存在するが、その存在比が異なる液晶表示装置とすることができる。これにより、図8に示すような液晶のねじれ方向の異なる領域の大きさを意図的に不均等にすることもできる。これは、液晶表示装置の視角特性が図4に示したような4回対称のものであることが必ずしも最良ではなく、上下方向により広視野な液晶表示装置、左右方向により広視野の液晶表示装置であることが要求されることもあるからである。従って、本発明の液晶表示装置においては、少量のカイラル剤の添加により、上下方向をより広視野角な液晶表示装置や左右方向により広視野角の液晶表示素子などを自由に作り分けることができる。

【0061】そして、この中間の視角特性を有する液晶表示装置においても、液晶のねじれ方向が同一で、液晶分子の立上り方向が異なる領域が直接に接しない構造とすることができ、高いコントラストを得ることができる。

【0062】以上のように4つの液晶分子の立上り方向が生じる配向手段と1方向にねじれる性質を有しない液晶材料を使用することにより、液晶分子のねじれ方向の異なる領域と液晶分子の立上り方向の異なる領域が共存

する液晶表示装置が得られる。しかし、この条件のみでは、図4や図8に示したような「4つの微小領域」が共存する液晶表示装置は得られず、4種類の領域はランダムに生成する液晶表示装置となる。

【0063】4種類の領域のランダム性をなくし、意図的に4つの微小領域の形状を制御することにより、より視角特性の優れた液晶表示装置を得ることができる。このような方法として、不均一電界の使用等が考えられる。たとえば、図5に示すように、上側基板33の電極32を下側基板23の電極22より大きくするなど2つの基板上の電極を異なる形状とする方法や、図9のように少なくともいずれか一方の基板上の電極32に開口部35を設ける方法によることができる。このような開口部としては、「+」、「×」、「/」等の形状のほか、直線、円形、多角形等適宜使用することができる。また、通常のTFT付き基板においては、共通電極側とTFT基板側の電極は異なる形状となっているのが一般的であり、この形状の違いによる不均一電界をそのまま利用することにより、本発明の液晶表示装置を得ることもできる。この場合には、冷却時にどのような電圧を印加するかが特に重要である。

【0064】4つの微小領域を発生させるために印加する電圧としては、一定の電圧あるいは液晶分子が応答できない高周波数の交流波電圧とすることもできるが、特に液晶分子が応答するような低周波数の三角波、正弦波、矩形波などを使用するほうが、ねじれ方向が同一で立上り方向が異なる領域が線で接することのない良好な特性を有する液晶表示装置が得られやすい。

【0065】4種の領域が存在する本発明における液晶表示装置において重要な点は、共存する4つの微小領域のうち液晶のねじれ方向が同一で液晶の立上り方向の異なる領域（図3または図4のAとB、CとD）が、仮想平面上において線で接することのないことである。

【0066】ここで「仮想平面上において」と規定したのは、以下の理由による。図4において液晶のねじり方向の異なる2領域、例えばBとC、は「線」で接していると言える（この境界部は光漏れを生じない）。しかし、液晶層が有限の厚みを有し、三次元的であることを考慮すれば、厳密には、BとCは「面」で接していることになる。同様に、液晶のねじれ方向が同一で液晶の立上り方向の異なる領域、たとえばAとB、は図4においては「点」で接しているが、三次元的に考えれば「線」で接している。

【0067】「仮想平面上において」はこのような誤解が生じないように規定したものである。たとえば、仮想平面として、上下の基板23、33の中央に基板と平行な平面を考えることができ、この平面上の境界線は、たとえば図4と等しくなる。従って、本発明の内容を規定する「仮想平面」は基板に垂直な平面などは含まない。しかし、液晶表示装置を斜め方向から見る場合もあるこ

とから明らかなように、基板に厳密に平行であることは要せず、基板面に対し傾いている仮想平面であってもよい。

【0068】4つの微小領域のうち液晶のねじれ方向が同一で液晶の立上り方向の異なる領域が、仮想平面上において線で接していない構造を有していることにより、本発明の液晶表示装置は以下のような長所を有する。

【0069】まず、本発明の液晶表示装置はこのような構造により、視角特性が優れるのみでなく、特開昭63-106624号公報、特開平7-92466号公報に開示された液晶表示装置に比べ、ノーマリホワイトモードにおいても遮光マスク等を使用することなく、高コントラストの液晶表示装置を得ることができる。

【0070】特に図3に示した4種の領域が不規則な形状で存在するために多数の境界部が存在し、その制御が困難な液晶表示装置においては、境界部から光漏れが生じない効果は著しい。

【0071】このような効果を有する本発明の液晶表示装置が高コントラストになる理由を図10、図11を用いてさらに詳しく説明する。図10は従来の液晶表示装置に見られる液晶のねじれ方向が同一で立上り方向が異なる領域の境界部を、図11は液晶のねじれ方向が異なる領域の境界部をそれぞれ示している。また、(a)は電圧非印加状態を、(b)は電圧印加状態を示している。図10に示す液晶のねじれ方向が同一で液晶の立上り方向が異なる2領域の境界部における液晶分子は電圧印加時においても、基板に対して水平のままであり、電圧非印加時の90°ねじれた初期状態をそのまま保持し続ける(図10(b))。従って、ノーマリホワイトモードにおいては、「黒」表示であるはずの電圧印加状態においても、境界部は電圧非印加時の「白」状態のままであり、この境界部の光漏れにより「黒」表示の透過率が上昇し、結果として液晶表示装置のコントラストが低下する。これに対して、液晶のねじれ方向の異なる2領域の境界部(図11)においては、境界部の液晶分子は電圧の印加とともに電界方向に配向方向を変え、通常のTNセル内の液晶分子と同様に十分な電圧印加下では、基板に垂直となる(図11(a))。従って、ねじれ方向の異なる2領域の境界部においても電圧印加時における表示は「黒」となり、コントラストの高い液晶表示装置が得られる。

【0072】液晶のねじれ方向が同一で立上り方向の異なる領域が、仮想平面上において線で接することがない構造を有する本発明の液晶表示装置の他の長所は以下の点である。

【0073】特開平5-173135号公報に開示されたような意図的に微小領域ごとのラビングを行う方法においては、液晶の立上り方向はラビングによる面からの規制力により決定されるため、画素中央部においても液晶の立上り方向が反対になる領域は発生しにくい。しか

し、特開平4-92466号公報に開示された液晶表示装置のような電圧非印加時においては均一領域をなし、電圧印加時にのみ不均一電界の作用により液晶の立上り方向の異なる領域が発生する液晶表示装置においては、不均一電界の弱い画素の中央部で液晶の立上り方向が反対となる領域が生じやすい。これに対して、本発明の液晶表示装置においては、電圧非印加時においても液晶のねじれ方向の異なる領域が存在するため、電圧非印加時における一つ一つの領域が小さな領域になるとともに、液晶のねじれ方向の異なる領域が交互に存在しているため(これは、液晶のねじれ方向が同一で立上り方向の異なる領域が線で接していないことと等しい)、一つの領域の立上り方向が反対になった場合においても隣接する領域との境界部における光漏れの問題が生じず、安定した光学特性が得られる。

【0074】本発明の液晶表示装置において液晶のねじれ方向が同一であり、立上り方向の異なる2種の領域が線で接していない構造が発現する理由は以下のように説明される。

【0075】液晶分子の立上り方向または液晶のねじれ方向の異なる領域の境界部においては、境界部以外の領域に比べ、液晶はひずんだ配向をしており、このひずみによりエネルギーの高い状態にある。しかし、立上り方向の異なる領域の境界部とねじれ方向の異なる領域の境界部における液晶のひずみは異なり、当然にひずみのエネルギーも異なる。立上り方向の異なる領域の境界部のひずみエネルギーがねじれ方向の異なる領域の境界部のひずみエネルギーよりも高い場合には、立上り方向の異なる領域の境界部よりもねじれ方向の異なる領域の境界部が優先的に生成することが期待される。

【0076】本発明は、このような知見に基づいて、液晶のねじれ方向が同一であり立上り方向の異なる2種の領域が線で接することのない液晶表示装置を開示するとともに、その製造方法をも開示するものである。以下、本発明の液晶表示装置の製造方法について説明する。

【0077】前述の配向手段、液晶材料を備えた液晶表示装置において、液晶のねじれ方向および立上り方向の異なる4種の領域を、ほぼ等しい割合かつ微小領域として得るためには、液晶層を一度等方相に加熱した後、液晶相一等方相の相転移温度以下まで冷却する方法が望ましい。この過程においては、等方相から多数の液晶滴が発生し、液晶のねじれ方向、立上り方向の異なる4種の領域が生成する。この際重要なことは、本発明の液晶表示装置の製造方法として規定するように、この冷却操作を電圧印加下で行うことである。これにより液晶のねじれ方向が同一であり、立上り方向の異なる2種の領域が仮想平面上において線で接していない本発明の液晶表示装置を得ることができる。

【0078】このような条件下で本発明の液晶表示装置が得られる理由は、以下のように説明される。電圧非印

加の状態ではねじれ方向が同一、立上り方向が異なる領域は実質的に同一である(図10(a))。従って、この領域の境界部ではひずみエネルギーは生じない。一方、ねじれ方向が異なる領域の境界部は電圧非印加時においても存在し、ひずみエネルギーの高い状態にある。この結果、電圧非印加で冷却操作を行うとねじれ方向が同一、立上り方向の異なる2種の領域が線で接している構造が生成しやすく、高コントラストの液晶表示装置を得ることができない。これに対して電圧印加下では、図10(b)、図11(b)において予想されるように、ねじれ方向が同一で立上り方向が異なる領域の境界部においては、境界部の液晶が電圧非印加の状態のままなので印加電圧の増加に伴って急速にひずみエネルギーが増加していくと考えられ、一方、ねじれ方向が異なる領域における液晶分子は周囲の液晶分子と同様に電界方向に向きを変えるためにひずみエネルギーはあまり増加しない。従って、電圧印加下で冷却操作を行った場合には、ねじれ方向が同一で立上り方向が異なる領域が線で接することのない広視野角で高コントラストの液晶表示装置が得られる。

【0079】本発明の液晶表示装置の製造過程を含めて考えることにより、液晶のねじれ方向が同一で立上り方向が異なる領域が、仮想平面上において線で接していない本発明の構造の利点をさらに明らかにすることができる。意図的に微小領域ごとのラビングを行う方法においては、液晶の立上り方向はラビングの向きにより決定されるため、その規制力は面から生じ、画素中央部においても制御通りの立上り領域が得られる。これに対して、本発明の液晶表示装置における各微小領域は等方相からの冷却時に発生する液晶滴から生じるものであり、十分な不均一電界がかからない領域においては、各領域の形状の制御が不十分となり易い。しかし、この場合においても本発明の液晶表示素子は、液晶のねじれ方向が同一で立上り方向が異なる領域が線で接していない構造となるために、境界部からの光漏れがなく、高コントラストを維持することができる。

【0080】なお、上述した本発明の液晶表示装置は基本的には広視野角、高コントラストという優れた特性を有するが、課題がないわけではない。

【0081】1つには、微小領域が十分に安定でない場合があり、特に電圧のON-OFFの繰り返しの中で、境界部が移動していき、微小領域のいずれかが消失する場合がある。また、他の課題は電圧印加直後の液晶分子の立上り方向が、十分な時間が経過した後の安定な立上り方向と異なる場合があることである。この結果、電圧印加直後には液晶のねじれ方向が同一であり立上り方向が異なる2領域が線で接し、その境界部から光漏れが生じるとともに、この境界部が秒オーダーの遅い速度で平衡状態に向かって移動するため、応答速度が遅くなるとともに、斜め方向の特性が境界部の移動に伴い変化する場

合がある。さらに、本発明の液晶表示装置の微小領域は液晶層を等方相にまで加熱すると消失するという問題があり、液晶層が等方相まで加熱された場合には、再度、不均一電界下等で微小領域を生成させることが必要となるという課題がある。

【0082】これらの課題を解決するため、他の発明として、液晶層中に高分子が存在している液晶表示装置およびその製造方法を開示する。

【0083】このような液晶表示装置として、図12のように液晶中には少量の高分子12が、たとえばネットワーク状に分散しているものを挙げることができる。この高分子の存在により、4つの微小領域が安定化され、電圧ON-OFFの繰り返しによっても境界部が移動せず、4つの微小領域が消失することのない液晶表示装置が得られる。この場合には、4つの微小領域の固定が問題であるから、高分子の量はかなり少量でも十分な効果が得られる。また、高分子12の存在により電圧印加直後の液晶分子の立上り方向が、十分な時間が経過した後の安定な立上り方向と同一の位置に固定され、境界部から光漏れがなく、また、応答速度が遅くなることもない。さらに、高分子の量が多い場合には液晶層を等方相に加熱した後冷却した場合にも、初期状態に回復する液晶表示装置を得ることもできる。

【0084】本発明の液晶層中に少量存在する高分子は、液晶のねじれ方向、液晶分子の立上り方向の異なる領域を安定させるためのものであるから、そのような機能を有すれば特にネットワーク形状等に限定されない。従って、基板上に突起状に高分子が存在してもよいし、微小なビーズ等を配向膜に分散させて凹凸をつける方法によってもよい。

【0085】また、配向膜表面における微小領域の固定が問題であるから、高分子の量はかなり少量でも十分である。一方、高分子の量が多すぎる場合には、この高分子により液晶分子の配向が乱れ、90°ねじれを生じなくなる場合や、高分子により散乱が生じコントラストを低下させる原因となる。従って、高分子の量は、高分子の種類、液晶分子との相互作用にもよるが、液晶層中に0.02wt%以上4wt%以下であることが望ましい。

【0086】図1、図3に示す本発明の液晶表示装置においては、液晶分子の立上り方向は、2通りのいずれをとることもでき、任意性があるが、高分子が分散されている場合には、最初に電圧を印加した際の立上り方向を少量共存する高分子が記憶するために、その後も最初に立上った方向に液晶分子は立上り、微小領域の境界部は移動しない。すなわち、液晶中に少量分散した高分子の共存により微小領域の境界部はその位置を固定され、液晶表示装置の応答速度やコントラスト比を低下させることがない。ただし、液晶分子の立上り方向を制限するためには、微小領域を安定化させるよりも多くの高分子を

必要とする。

【0087】本発明で液晶層に分散する高分子12としては、高分子を液晶中に分散したものを基板間に導入することもできるし、モノマー等を溶解した基板間に導入した後に、モノマー等を反応して高分子とすることもできる。しかし、注入の容易さ、初期配向の安定化の点より、液晶相中でモノマー等を反応させることが望ましい。また、この方法においては電圧印加下でモノマー等を反応させることにより、液晶分子の初期配向にプレチルトをつけ、駆動電圧や、応答速度を改善できるという利点もある。従って、本発明はかかる液晶表示装置の製造方法も提供するものである。

【0088】すなわち、電圧印加時に液晶分子の立上り方向が異なる不規則な領域を形成するように組み合わせられた2枚の基板間に、少量のモノマー又はオリゴマを含む液晶溶液を注入し、その後当該モノマーまたはオリゴマを反応させる液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0089】また、紫外線照射等により液晶中でモノマー等を反応させる場合には、液晶の配向を記憶した状態で高分子が形成される。

【0090】一方、ねじれ方向の異なる微小領域を含む液晶表示装置の場合には、液晶が等方相となる温度で紫外線を照射することにより、液晶の配向に関係のない高分子にするか、またはあらかじめ微小領域を作製してその配向状態を固定する形で紫外線照射等を行う方法が望ましい。この場合には、モノマーの硬化を2段階に分けて行う方法も有用である。すなわち、第1段階の弱い反応の後に微小領域を形成させ、これが安定に存在している状態で、第2段階の反応を進めることにより、電圧印加直後の液晶分子の立上り方向を固定するものである。

【0091】モノマー等を含む液晶表示装置の製造においても、電圧印加下で、液晶相—等方相の相転移温度以上から相転移温度以下まで液晶層を冷却することができ、広視野角かつ高コントラストの液晶表示装置を製造するのに有用であるが、液晶中でモノマー等を反応させ高分子とする方法では、どのような条件下でモノマー等を反応させるかが、液晶表示装置の特性に影響する。すなわち、室温等の液晶材料が液晶相を形成している状態で、モノマー等を反応させた場合には、反応してできた高分子が液晶相の配向を記憶する。従って、このような条件下でモノマーを反応させた場合には、その後、加熱—冷却工程によって、4つの微小領域を均等に得ることは困難である。

【0092】そこで、他の発明として、液晶層が少量のモノマーを含み、当該モノマー等を反応させて高分子とする液晶表示装置の製造方法において、液晶の液晶相—等方相の相転移温度以上の温度でモノマー等を反応させて高分子とする液晶表示装置の製造方法を開示する。これにより、生成した高分子の配向はランダムであり、モノマー等の反応後の液晶層の冷却条件に従い良好な4つ

の微小領域を得ることができる。

【0093】そのため、どのような条件下で紫外線照射等を行うかにより、液晶表示装置の特性が変化する。ねじれ方向が一方のみに限定され、立上り方向の異なる2種の微小領域が存在する液晶表示装置の場合には、電圧印加時の液晶の安定性より、室温でモノマーを硬化させる方法が望ましい。

【0094】さらに、ねじれ方向の異なる微小領域を含む液晶表示装置を室温で反応させる場合の方法として、電圧を印加して液晶分子を立たせた状態でモノマー等を硬化させる方法がある。モノマー濃度が低い場合には反応してできた高分子の束縛力が弱いので、反応後の電圧を除けば、液晶分子は基板面に平行な方向に配向する。また、電圧印加下でモノマー等を反応させることにより、液晶分子の初期配向にプレチルトをつけ、駆動電圧や、応答速度を改善できるという利点もある。

【0095】モノマー等を反応させた後に4つの微小領域を生成させる場合には、等方相—液晶相転移温度以下の温度でモノマー等を反応させることは望ましくないが、逆に、すでに生成している4つの微小領域を固定するという観点からは、室温でモノマー等を反応させ、その構造を固定化することができる。本発明の液晶表示装置の4つの微小領域は通常液晶層を等方相にまで加熱すると消失する。しかし、4つの微小領域が生成した後に、液晶層中のモノマー等を反応し高分子とすることによりこの構造を固定または記憶させ、相転移以上の温度に加熱されても、液晶相まで冷却することによって再び4つの微小領域が回復する液晶表示素子とすることができる。

【0096】そこで、他の液晶表示装置の製造方法の発明として、液晶層中のモノマー等を反応させる液晶表示装置の製造方法において、モノマー等を2回以上分けて反応させることを特徴とする液晶表示装置の製造方法を開示する。この発明においては、第1段階の弱い反応において4つの微小領域の安定化を助ける高分子を形成し、その後の冷却により4つの微小領域を生成させ、第2段階の反応によりこの構造を固定するものである。従って、本発明においては主に第1段階の反応は相転移温度以下の温度で、第2段階の反応は相転移温度以上の温度で行う。

【0097】本発明に使用するモノマー、オリゴマとしては光硬化性モノマー、熱硬化性モノマー、あるいはこれらのオリゴマ等のいずれを使用することもでき、またこれらを含むものであれば他の成分を含んでいてもよい。本発明に使用する「光硬化性モノマー又はオリゴマ」とは、可視光線により反応するものだけでなく、紫外線により反応する紫外線硬化モノマー等を含み、操作の容易性からは特に後者が望ましい。

【0098】また、本発明で使用する高分子は、液晶分子と類似の構造を有するものでもよいが、必ずしも液晶

を配向させる目的で使用されたものではないため、アルキレン鎖を有するような柔軟性のあるものであってもよい。また、単官能性のものであってもよいし、2官能性のもの、3官能以上の多官能性を有するモノマー等でもよい。

【0099】本発明で使用する光または紫外線硬化モノマーとしては、たとえば、2-エチルヘキシルアクリレート、ブチルエチルアクリレート、ブトキシエチルアクリレート、2-シアノエチルアクリレート、ベンジルアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、2-ヒドロキシプロピルアクリレート、2-エトキシエチルアクリレート、NUN-ジエチルアミノエチルアクリレート、NUN-ジメチルアミノエチルアクリレート、ジシクロペンタニルアクリレート、ジシクロペンテニルアクリレート、グリシジルアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、イソボニルアクリレート、イソデシルアクリレート、ラウリルアクリレート、モルホリンアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、フェノキシジエチレングリコールアクリレート、2, 2, 2-トリフルオロエチルアクリレート、2, 2, 3, 3, 3-ペンタフルオロプロピルアクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルアクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフルオロブチルアクリレート等の単官能アクリレート化合物、2-エチルヘキシルメタクリレート、ブチルエチルメタクリレート、ブトキシエチルメタクリレート、2-シアノエチルメタクリレート、ベンジルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、2-ヒドロキシプロピルメタクリレート、2-エトキシエチルアクリレート、NUN-ジエチルアミノエチルメタクリレート、NUN-ジメチルアミノエチルメタクリレート、ジシクロペンタニルメタクリレート、ジシクロペンテニルメタクリレート、グリシジルメタクリレート、テトラヒドロフルフリルメタクリレート、イソボニルメタクリレート、イソデシルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、モルホリンメタクリレート、フェノキシエチルメタクリレート、フェノキシジエチレングリコールメタクリレート、2, 2, 2-トリフルオロエチルメタクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルメタクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフルオロブチルメタクリレート等の単官能メタクリレート化合物、4, 4'-ビフェニルジアクリレート、ジエチルスチルベストロールジアクリレート、1, 4-ビスアクリロイルオキシベンゼン、4, 4'-ビスアクリロイルオキシジフェニルエーテル、4, 4'-ビスアクリロイルオキシジフェニルメタン、3, 9-ビス[1, 1-ジメチル-2-アクリロイルオキシエチル]-2, 4, 8, 10-テトラスピロ[5, 5]ウンデカン、 α , α' -ビス[4-アクリロイルオキシフェニル]-1, 4-ジイソプロピルベンゼン、1, 4-ビスアクリロイルオキシテトラフルオロベンゼン、4, 4'-

-ビスアクリロイルオキシオクタフルオロビフェニル、ジエチレングリコールジアクリレート、1, 4-ブタンジオールジアクリレート、1, 3-ブチレングリコールジアクリレート、ジシクロペンタニルジアクリレート、グリセロールジアクリレート、1, 6-ヘキサジオールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、テトラエチレングリコールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、ジペンタエリスリトールモノヒドロキシペンタアクリレート、4, 4'-ジアクリロイルオキシスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジメチルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジエチルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジプロピルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジブチルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジペンチルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジヘキシルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジフルオロスチルベン、2, 2, 3, 3, 4, 4-ヘキサフルオロペンタンジオール、1, 5-ジアクリレート、1, 1, 2, 2, 3, 3-ヘキサフルオロプロピル-1, 3-ジアクリレート、ウレタンアクリレートオリゴマ等の多官能アクリレート化合物、ジエチレングリコールジメタクリレート、1, 4-ブタンジオールジメタクリレート、1, 3-ブチレングリコールジメタクリレート、ジシクロペンタニルジメタクリレートグリセロールジメタクリレート、1, 6-ヘキサジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールジメタクリレート、テトラエチレングリコールジメタクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、ペンタエリスリトールテトラメタクリレート、ペンタエリスリトールトリメタクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラメタクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサメタクリレート、ジペンタエリスリトールモノヒドロキシペンタメタクリレート、2, 2, 3, 3, 4, 4-ヘキサフルオロペンタンジオール1, 5-ジメタクリレート、ウレタンメタクリレートオリゴマ等の多官能メタクリレート化合物、スチレン、アミノスチレン、酢酸ビニル等があるがこれに限定されるものではない。

【0100】また、本発明の素子の駆動電圧は、高分子材料と液晶材料の界面相互作用にも影響されるため、フッ素元素を含む高分子であってもよい。このような高分子として、2, 2, 3, 3, 4, 4-ヘキサフルオロペンタンジオール、1, 5-ジアクリレート、1, 1, 2, 2, 3, 3-ヘキサフルオロプロピル-1, 3-ジアクリレート、2, 2, 2-トリフルオロエチルアクリレート、2, 2, 3, 3, 3-ペンタフルオロプロピルアクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピ

ルアクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフルオロブチルアクリレート、2, 2, 2-トリフルオロエチルメタクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルメタクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフルオロブチルメタクリレート、ウレタンアクリレートオリゴマ等を含む化合物から合成された高分子が挙げられるがこれに限定されるものではない。

【0101】本発明に使用する高分子として光または紫外線硬化モノマーを使用する場合には、一般に光または紫外線の開始剤を使用する。この開始剤としては、種々のものが使用可能であり、たとえば、2, 2-ジエトキシアセトフェノン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニル-1-オン、1-(4-イソプロピルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、1-(4-ドデシルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン等のアセトフェノン系、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンジルジメチルケタール等のベンゾイン系、ベンゾフェノン、ベンゾイル安息香酸、4-フェニルベンゾフェノン、3, 3-ジメチル-4-メトキシベンゾフェノン等のベンゾフェノン系、チオキサゾン、2-クロロチオキサゾン、2-メチルチオキサゾン等のチオキサゾン系、ジアゾニウム塩系、スルホニウム塩系、ヨードニウム塩系、セレンニウム塩系等が使用できる。

【0102】また、電圧印加直後の液晶分子の立上り方向に起因する問題を解決するための他の方法として、本発明は液晶分子の立上り方向を制限する液晶表示装置の駆動方法も提供するものである。

【0103】本発明による液晶表示装置の駆動方法では、2枚の基板間に液晶分子の立上り方向の異なる領域が存在する液晶表示装置において、低レベルの電圧印加状態においても液晶分子のしきい値以上の電圧を印加する。ここで、「低レベルの電圧」とは、階調表示の中で印加電圧が最も低い時の電圧レベルをいう。

【0104】本発明の液晶表示装置の駆動方法を図13、図14を用いて説明する。図13(a)は本発明の液晶表示装置の製造方法において液晶セルに印加する電圧波形の一例であり、一方、図13(b)は従来の液晶表示装置の駆動に使用する印加電圧波形の一例である。高レベル、低レベルの電圧は、ノーマリホワイトモードにおいてはそれぞれ黒表示、白表示に対応する。

【0105】図13に示した印加電圧と液晶セルの透過率の関係を図14を用いて説明する。

【0106】従来の駆動波形における印加電圧は、B状態とC状態の間でスイッチングされていた。B状態には印加電圧が0Vである場合も含まれ、この電圧印加状態では液晶分子が基板表面と平行になっている。従って、印加電圧をBからCに変化させた場合には液晶分子の立上り方向は2方向が可能であり、立上り方向の異なる領域の境界部で光漏れが生じるとともに境界部の移動に伴

う秒オーダの遅い応答、視角特性の変化が生じる。

【0107】これに対して、本発明の液晶表示装置の駆動方法においては、低レベルの電圧印加状態においても、液晶分子のしきい値電圧より高い電圧Aを印加することを特徴とする。印加電圧Aは液晶分子のしきい値電圧よりも大きいために、A状態における液晶分子はいずれかの方向にすでに少し立上った状態にある。このため、高いレベルの電圧Cが印加された場合でも、A状態における液晶分子の立上り方向が維持されたまま液晶分子は立上り、大きな電圧を印加したときの液晶分子の立上り方向は一方に規定される。これにより液晶分子の立上り方向が一方に規定され、「白」表示のままの境界部が発生することがなく、光漏れ、境界部の移動に伴う秒オーダの遅い応答、視角特性の変化が生じない。

【0108】本発明の素子をTFT(thin film transistor; 薄膜トランジスタ)等の能動素子として駆動させるためには、液晶は電気抵抗が大きく、電荷保持率の大きいことが要求される。従って、フッ素系、塩素系等の高抵抗の液晶材料であり、また可視光線、紫外線照射により電荷保持率特性の低下しないものが望ましい。

【0109】また、本発明の液晶光学素子においては液晶セルと偏光膜の間に補償板を使用することによりさらに視角特性を改善することができる。このための補償板としては、正の屈折率異方性を有する液晶を補償するものであるために、負の屈折率異方性を有する補償板が望ましい。特に、4領域が共存する液晶表示装置においてはその対称性から斜め方向における色つきの問題が相殺され、色つきのない良好な視角特性が得られる。また、液晶層の4つの微小領域に対応したマイクロ領域ごとに特性の異なる配向膜が特に望ましい。さらに、光学軸が斜めに傾いた補償板の使用も望ましい。特に、図3、図4に示す4領域が共存する液晶表示装置においてはその対称性から斜め方向における色つきの問題も押さえられ、特に望ましい。また、液晶分子の立上り方向を考慮するように光学軸が垂直方向から傾いた補償板を使用することもできる。このような補償板の作製方法としては特開平6-222213号公報に開示されているようなロールの回転速度の異なるロール間で延伸して作製したフィルム等を使用できる。

【0110】以上のように本発明を用いることにより、従来のねじれネマチック液晶素子と同様の簡易な方法で製造可能な広視野角かつ高コントラストの液晶表示装置を得ることができる。

【0111】

【実施例】以下、本発明を実施例を用いて詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り以下の実施例に限定されるものではない。

【0112】(実施例1)一画素の大きさが $100\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ 、画素数 $480 \times 640 \times 3$ 、表示画面の

23

対角サイズが240mmのアモルファスシリコン薄膜トランジスタアレイを有する基板を用いた。

【0113】この基板2枚23、33を洗浄後、ポリイミド配向剤JALS-428（日本合成ゴム）21、31をスピンコートで塗布し、90℃および220℃の焼成を行った。

【0114】この後、レーヨンからなるバフ布によりラビング処理を施した。

【0115】各基板のラビング方向は、基板張り合わせ時に90°となるよう、基板の対角方向である。基板の周辺部に接着剤を塗布し、スペーサとして径6μmのラテックス球を散布した。続いて、両基板上の画素構造が整合するように位置を調整し、加圧しながら張り合わせた。

【0116】張り合わせた基板を真空槽内に置き、真空排気後、ネマチック液晶（メルク社製ZLI4792）11を注入した。ネマチック液晶には、自然ピッチ長が70μmとなるようにカイラル剤（S811）を混入した。注入後素子を90℃まで加熱し、その後室温まで冷却した。

【0117】作製した液晶素子を光学顕微鏡（偏光）で観察した。各画素内では電圧非印加時に均一配向であったものが、電圧を印加すると2種の領域A、Bに分離するのが観察された。ステージを傾けた観察より、2種の領域では液晶分子の立上り方向が反対であることが確認できた。2種の領域は経時変化がなく、安定であった。

【0118】作製した液晶表示装置にクロスニコルに偏光板を取り付けた後、回転ステージに設置、その正面に色彩輝度計（トプコン社製 BM-5A）を設置し、液晶表示装置の視角依存性を調べた。液晶表示画面に8階調表示させ、各階調表示時の視角依存性を測定した。視角40°以内の範囲で階調間の輝度の単位関係が反転することはなかった。

【0119】薄膜トランジスタアレイを有しない基板（30mm×40mm）上に同様に配向膜を作製し、50μmスペーサを用いてセルを作製し、クリスタルローテーション法でプレチルト角を計ると0.05°であった。

【0120】（実施例2）負の屈折率異方性を有する補償板として、補償板の屈折率楕円体の短軸がフィルム面に垂直である位相差フィルム（住友化学（株）製VAC-100）を使用して補償板の効果を検討した。実施例1と同一の条件で作製した液晶表示装置において液晶セルと偏光板の間に補償板を貼り付けた。色彩輝度計を用いて視角依存性を測定したところ、視角40°以内で階調間の輝度順位の反転が生じなかった。また、斜め方向からのコントラストは実施例1に比較して良好であった。

【0121】（比較例1）汎用のポリイミド配向膜（日本合成ゴム製 AL1051）を用いた以外は、実施例1と同様に素子を作製した。偏光顕微鏡下で観測する

24

と、電圧印加時にも均一の領域しか認められなかった。

【0122】前記実施例1と同様の方法で視野角を測定すると、視角10°以内で、階調間の輝度順位の反転が生じた。この配向膜のプレチルト角は1.0°であった。

【0123】（実施例3）配向膜としてポリスチレンのキシレン溶液を使用し、焼成温度を120℃とした以外は、実施例1と同様に素子を作製した。偏光顕微鏡下で観測すると、電圧印加時に立上り方向の異なる2種領域が観測され安定であった。

【0124】実施例1と同様の方法で視野角を測定すると、視角40°以内の範囲で階調間の輝度の順位関係が反転することはなかった。また、プレチルト角は0.07°であった。

【0125】（実施例4）注入する液晶として、ZLI4792と4,4'-ジアクリロイルオキシビフェニルアクリレート（液晶に対して1wt%）、ベンゾインメチルエーテル（モノマーに対して1wt%）の混合溶液を使用した以外は、実施例1と同様に素子を作製した。さらに、注入孔を封孔後、室温にて紫外線を照射した。紫外線照射後も素子は透明のままであった。偏光顕微鏡下で観測すると、各画素内に電圧印加時に液晶分子の立上り方向の異なる2種の領域が観測され、かつ電圧印加直後より境界部の移動は認められず安定であった。

【0126】実施例1と同様の方法で視野角を測定すると、視角40°以内の範囲で階調間の輝度の順位関係が反転することはなかった。

【0127】（実施例5）注入する液晶として、ZLI4792にKAYARAD PET-30（日本化薬製）0.2wt%、イルガノックス907（モノマーに対して1wt%）の混合溶液を使用した以外は、実施例1と同様に素子を作製した。得られたパネルを液晶相一等方相の相転移温度以上の100℃まで加熱し、その状態で紫外線（0.1mW/cm²）を照射した。その後、5Vの電圧を印加しながら、10℃/分でパネルを冷却した。各画素内には、複数の領域が観察された。得られた素子の一画素内の偏光顕微鏡写真を図15、図16に示す。

【0128】図15は電圧非印加時の写真を示す。図16は3V印加時にパネルを少し傾けて観察したものであり、異なる色調は異なる配向状態を示す。傾けた状態の観察から液晶分子の立上り方向の異なる4つの微小領域が存在することが確認される。電圧印加直後には、同一ねじれ方向で立上り方向の異なる領域が接する部分が生じたが、しばらくするとその境界部は消失し、同一ねじれ方向で立上り方向の異なる領域は点のみで接する構造に変化した。

【0129】前記実施例1と同様の方法で視野角を測定すると、視角50°以内の範囲で階調間の輝度の順位関係が反転することはなかった。

【0130】また、液晶評価装置(LCD-5000)で測定した基板垂直方向の透過率-電圧曲線を図14に示す。TN素子とほぼ同様の特性が得られ、印加電圧5Vにおけるコントラストは200:1以上であった。

【0131】また、方位角45°間隔で階調表示時の視角特性を測定した(図17~図19)。すべての方向に対してほとんど同一の視角特性が得られ、50°以内に於いて中間調の逆転は得られなかった。

【0132】得られた素子のコントラスト(1V/5V)をコンスコープ像として図20に示す。等コントラスト曲線はほぼ円形であり、どの方向に対してもほとんど同じ視角特性を有していることが分かる。

【0133】(実施例6)実施例5で作製したパネルを、冷却速度を変化させて(1℃/分~20℃/分)検討した。冷却速度を大きくするほど、微小領域の大きさが小さくなった。

【0134】(実施例7)実施例5で作製したパネルを印加電圧を変化させながら(2V、3V、5V、10V)冷却すると、電圧が大きいものほど、微小領域のサイズが小さく、図3の構造が生じ易かった。

【0135】(実施例8)モノマー含有量を0.1%から1.0%まで変化させた以外は実施例5と同一の方法でパネルを作製した(冷却速度10℃/分)。モノマーの含有量が多いほど、微小領域のサイズが小さくなった。また、モノマー含有量が0.5wt%以上の場合、電圧印加直後から液晶分子の立上り方向が一方向に規定され、同一ねじれで立上り方向が異なる領域の境界部は観察されなかったが、0.3wt%以下では、電圧印加直後の経時的に移動する境界部が観察された。

【0136】(実施例9)実施例5で得られた素子を低レベルの電圧を液晶分子のしきい値電圧以上の電圧である1.6Vとして、駆動させると高レベルの電圧印加直後から液晶分子の立上り方向は一方向に規定され、コントラストの低下、視角特性の経時変化は認められなかった。電圧印加の有無による応答曲線の差を図21に示す。低レベルの電圧を加えなかったものは、秒オーダーでゆっくりと透過率が変化していくのに対して、低レベルにおいても1.6Vの電圧を加えたものは、そのような遅い応答は認められない。

【0137】(比較例2)紫外線を室温で照射した以外は、実施例5と同様にしてパネルを作製した。紫外線照射時の液晶の配向が記憶されているため、微小領域の大きさの制御が困難であった。

【0138】(実施例10)室温、電圧印加(10V)下で紫外線を照射した以外は、実施例5と同様にパネルを作製した。冷却時の冷却速度、印加電圧を変化させることにより、微小領域の大きさの異なるパネルが得られた。

【0139】(実施例11)紫外線照射の条件およびモノマー含有量を0.5wt%とした以外は、実施例5と

同様にパネルを作製した。紫外線照射(0.1mW/cm²)は第1段階として3分間照射した。これにより、微小領域は安定に存在するようになったが、電圧印加直後の液晶分子の立上り位置には任意性があり、「白」状態の境界部が発生し、移動するのが認められた。第2段階として室温で紫外線を60分照射した。得られた素子は電圧印加直後の立上りも固定され、視角特性もすべての方向についてはほぼ同等であった。

【0140】上記の配向膜を作製したTFT基板、カラーフィルター基板を用い、実施例2と全く同様にしてパネルを作成した。冷却後、図24と同様の構造ができているのが確認できた。視角特性を測定すると視角60°以内の範囲で輝度の順位が反転することなく、コントラストも150:1であった。実施例1と同様の方法で測定したプレチルト角を測定したところ、ほぼ0°であった。

【0141】(実施例12)全面電極に「X」型の幅5μmの開口部が多数配置された配向基板33(図22(a):基板の一部を拡大して表示)と1画素の大きさが100μm×100μmの電極が10μm間隔で多数配置された配向基板23(図22(b))を基板として使用した。これらの基板を洗浄後、ポリイミド配向剤JALS-428(日本合成ゴム)21、31をスピコートで塗布し、90℃および220℃の焼成を行った。この後、レーヨンからなるバフ布によりラビング処理を施した。ラビング方向は基板の対角方向であり、上側基板と下側基板のラビング方向は90°の角をなすようになっている。基板の周辺部に接着剤を塗布し、スペーサとして径6μmのラテックス球を塗布した。続いて、電極開口部が100μm×100μmの電極の中央に来るように両基板を加圧しながら張り合わせた。

【0142】張り合わせた基板を真空槽内に置き、真空排気後、ネマチック液晶(メルク社製ZLI4792、相転移温度:92℃)紫外線硬化モノマー(KAYAR ADPET-30(日本化薬製)0.2wt%)、開始剤(イルガノックス907、モノマーに対して5wt%)からなる液晶溶液を注入した。得られたパネルを110℃まで加熱し、その温度で紫外線(0.1mW/cm²)を30分照射した。その後、8V、10Hzの正弦波電圧を印加しつつ、20℃/分で基板を冷却した。得られたセルの偏光顕微鏡写真を図23に示す。図23はセルをわずかに傾け中間の電圧印加下で撮影した。100μm×100μmの各区画が「X」形の開口部に従い、4つの微小領域に分割されていることが分かる。セルを傾けたときの明るさの変化から、4つの微小領域が図4に示す立上り方向となっていることが確認できた。また、100μm×100μmの区画と隣の区画の境界領域には、ねじれ方向の異なる領域が進入してきており、画素間の境界部においても十分な電圧印加時においては光漏れが認められなかった。これは、図4(a)の

C領域と隣の区画のD領域の間にA領域またはB領域が細く進入しているために、液晶のねじれ方向が同一で立上り方向の異なる領域が線で接していない本発明の液晶表示装置における特徴的な構造が発現しているためである。また、電圧印加直後における液晶の立上り方向も十分な時間が経過した後の液晶の立上り方向と同一であり、光漏れが生じることはなかった。さらに、長時間電圧のON-OFFを繰り返しても4つの微小領域が消失することはなかった。

【0143】作製したセルにクロスニコルに偏光板を取り付けた後、回転ステージに設置、その正面に色彩輝度計(トプコン社製BM-5A)を設置し、液晶表示装置の視角依存性を調べた。液晶表示画面に8階調表示させ、方位角45°間隔で、各階調表示時の視角依存性を測定した。すべての方向において、視角60°以内の範囲で階調間の輝度の順位関係が反転することはない。また、液晶評価装置(LCD-5000)で測定した基板垂直方向印加電圧5Vにおけるコントラストは200:1以上であった。

【0144】(実施例13)一画素の大きさが100 μ m \times 300 μ m、画素数480 \times 640 \times 3、表示画面の対角サイズが240mmのアモルファスシリコン薄膜トランジスタアレイ(TFT)を有する基板を用いた。上側基板にはRGBのカラーフィルターがあり、全面が電極(対向電極)であり開口部はない。一方、下側基板には、TFTがあり、画素電極のほか、ゲート線、ドレイン線がある。これらの基板を洗浄後、ポリイミド配向剤JALS-428(日本合成ゴム)をスピンコートで塗布し、90℃および220℃の焼成を行った。その後、それぞれの基板にレーヨンからなるバフ布によりラビング処理を施した。各基板のラビング方向は、基板張り合わせ時に90°となるよう、基板の対角方向である。基板の周辺部に接着剤を塗布し、スペーサとして径6 μ mのラテックス球を散布した。続いて、両基板上の画素構造が整合するように位置を調整し、加圧しながら張り合わせた。

【0145】紫外線モノマーの濃度が、液晶に対して0.3wt%である以外は、実施例1と同様に液晶溶液を注入した。得られたパネルを100℃まで加熱し、その温度で紫外線(0.2mW/cm²)を60分照射した。その後、ゲート線に33Hz、15Vの32 μ sのパルス波、ドレイン線に33Hz、8Vの矩形波を印加しつつ、ヒータをはずし、室温まで放冷した。得られた液晶表示装置の1画素を偏光顕微鏡で観察した様子を図24に示す。対向電極と画素電極間の不均一電界により、各画素はやや不規則であるが、4つの微小領域に分割されている。実施例1と同様の観察から、4つの微小領域は液晶分子の立上り方向が異なる領域であり、ねじれ方向の異なる領域が交互に存在し、ねじれ方向同一、立上り方向が反対の2領域は点でのみ接していた。ま

た、電圧印加直後における液晶の立上り方向も十分な時間が経過した後の液晶の立上り方向と同一であり、光漏れが生じなかった。さらに、長時間電圧のON-OFFを繰り返しても4つの微小領域が消失することはなかった。

【0146】実施例12と同様に視野角特性、正面コントラストを測定すると、視野角はすべての方向で60°以内での階調反転がなく、5Vでのコントラストは150:1であった。

【0147】(比較例3)冷却時に電圧を印加しない以外は、実施例13と同様に液晶表示装置を作製した。冷却後に立上り方向の異なる4種類の領域が共存していたが、その4種類の領域は画素形状と関係なく、ランダムな形状であった。電圧を印加すると、画素端部においては予想される方向に立上る部分もあったが、画素の内部においては液晶の立上り方向に規則性が認められなかった。また、電圧印加後十分な時間が経過した後においても、光漏れの生じる境界部が多数認められた。斜め視角方向からの観察により、この境界部が液晶のねじれ方向が同一で、立上り方向の異なる領域間の境界部であることが確認できた。さらに、電圧印加直後から、このような境界部が移動し、安定な場所に向かってゆっくり移動していくのが認められた。

【0148】実施例12と同様に正面コントラストを測定すると、電圧印加後十分な時間が経過した時点においても50:1であった。

【0149】(比較例4)室温下で紫外線を照射した以外は、実施例12と同様に液晶表示装置を作成した。電圧印加下の加熱-冷却の後にも液晶のねじれ方向の異なる領域が、所々に点在しているのみで図23のような4つの微小領域は認められなかった。この液晶のねじれ方向の異なる領域が点在している構造は、紫外線照射等の室温での状態が記憶されているためと予想された。実施例12と同様の方法で視角特性を測定すると、視角10°にて階調反転の生じる方向があった。

【0150】(実施例14)低プレチルトのポリイミド配向膜として2種の配向膜(ヘキスト社製TAL1007および東レ社製K104を乳酸エチルで処理したもの)それぞれを用い、モノマー濃度を0.5wt%とした以外は、実施例12と同様に素子を作製した。実施例12と同様、4つの微小領域が発現し、実施例12とほぼ同様の視野角特性が得られた。プレチルト角を測定するとTAL1007、K104はそれぞれ、0.35°、0.5°であった。

【0151】(比較例5)汎用のポリイミド配向膜(日本合成ゴム製AL1051)を用いた以外は、実施例12と同様に素子を作製した。偏光顕微鏡下で観測すると、電圧印加直後には、複数の領域が発生したがやがて消失し、均一の領域しか認められなかった。

【0152】実施例12と同様の方法で視野角を測定す

ると、視角 10° 以内で、階調間の輝度順位の反転が生じる方向が存在した。この配向膜のプレチルト角は 1.0° であった。

【0153】(実施例15) 実施例13と同様に作製した液晶パネルに、紫外線モノマーの濃度が $1.0\text{wt}\%$ とした以外は実施例12と同様の液晶溶液を注入した。得られたパネルを 100°C まで加熱し、その温度で紫外線($0.2\text{mW}/\text{cm}^2$)を5分照射した。その後、実施例1とゲート線に 33Hz 、 15V の $32\mu\text{s}$ のパルス波、ドレイン線に 33Hz 、 10V の三角波を印加しつつ、ヒータをはずし、室温まで放冷した。この状態で各画素には図24に示す構造が認められた。その後、室温下で紫外線($0.1\text{mW}/\text{cm}^2$)を120分間照射した。得られた液晶表示装置は、実施例13と同様の視角特性を有していた。さらに、この液晶表示装置を 100°C まで加熱し、10分間保持した後、電圧非印加の状態

で冷却した。冷却後、偏光顕微鏡観察をすると、加熱前と同様に、図24に示す構造が認められた。

【0154】(実施例16) 配向膜としてポリスチレンのキシレン溶液を使用し、焼成温度を 120°C とした以外は、実施例12と同様に素子を作製した。偏光顕微鏡下で観測すると、電圧印加時に立上り方向の異なる4つの種領域が観測され安定であった。

【0155】実施例12と同様の方法で視野角を測定すると、視角 60° 以内の範囲で階調間の輝度の順位関係が反転することはなかった。また、プレチルト角は 0.07° であった。

【0156】(実施例17) 注入する液晶として、ZLI4792と4,4'-ジアクリロイルオキシビフェニルアクリレート(液晶に対して $0.3\text{wt}\%$)、ベンゾインメチルエーテル(モノマーに対して $1\text{wt}\%$)の混合溶液を使用した以外は、実施例12と同様に素子を作製した。

【0157】実施例12と同様の方法で視野角を測定すると、視角 60° 以内の範囲で階調間の輝度の順位関係が反転することはなかった。

【0158】(実施例18) 紫外線モノマーの濃度をそれぞれ $0\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\%$ 、 $0.02\text{wt}\%$ 、 $0.05\text{wt}\%$ 、 $0.1\text{wt}\%$ とした以外は、実施例12と同様に液晶セルを作製した。いずれのセルにおいても図23と同様の構造が生成していた。しかし、電圧のON-OFFを繰り返すと、紫外線モノマー濃度が $0\text{wt}\%$ 、 $0.01\text{wt}\%$ の液晶セルにおいては4つの微小領域が消失する部分が観察された。

【0159】(実施例19) 紫外線モノマーの濃度をそれぞれ $2\text{wt}\%$ 、 $4\text{wt}\%$ 、 $10\text{wt}\%$ とし、紫外線照射時間を5分間とした以外は、実施例12と同様に液晶セルを作製した。モノマー濃度 $2\text{wt}\%$ 、 $4\text{wt}\%$ のセルにおいては、図23と同様の構造が生成していたが、モノマー濃度 $10\text{wt}\%$ のセルにおいては、液晶の配向

が乱れ、 90° ねじれとなっていない領域が多く認められ、電圧非印加時においても白状態とならなかった。

【0160】(実施例20) 実施例12と同様に、配向膜のみAldrich社製ポリビニルシンナメートのクロロベンゼン/メチレンクロライドの1/1混合溶液($2\text{wt}\%$)に変え、焼成温度を 90°C にし、ラビングのかわりに紫外光の直線偏光を照射した。直線偏光の方向はラビングと同様の方向とした。実施例1と同様に液晶パネルを作製した。図23と同様な構造が認められ、視角 60° 以内の範囲で順位が反転することはなく、コントラストも $200:1$ であった。

【0161】クリスタルローテーション法で直線偏光の偏光方向と垂直な方向のプレチルト角を測定したところ、ほぼ 0° であった。

【0162】(実施例21) 実施例20と同様に、ポリビニルシンナメートを塗布、直線偏光を露光した後、 $1\text{wt}\%$ の光重合開始剤(Irgacure 651)を混合した1,4-di-(4-(6-acryloyloxyhexyloxy)benzoyloxy)benzeneを塗布し、 50°C に加熱しながら、紫外光を照射し、室温に戻した。これによりネマチック液晶相で、配向したままの状態が基板表面で固定された。このことはテスト用のガラス基板を用い全く同様の処理を行った偏光顕微鏡観察により確認できた。

【0163】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、従来のねじれネマチック液晶の液晶表示装置と同様の簡易な方法で製造可能な広視野角かつ高コントラストの液晶表示装置を提供する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の液晶層を拡大した斜視図である。

【図2】本発明の液晶表示装置を示す断面図である。

【図3】本発明の液晶表示装置の液晶層を基板垂直方向から見た拡大図である。

【図4】本発明の液晶表示装置の液晶層を拡大した上面図である。

【図5】本発明の液晶表示装置を示す断面図である。

【図6】スプレイ配列を示す液晶表示装置の断面図である。

【図7】ラビング方向とスプレイ配列の関係を示す図である。

【図8】本発明の液晶表示装置の液晶層を拡大した上面図である。

【図9】本発明の液晶表示装置を示す断面図である。

【図10】液晶のねじれ方向が同一で液晶分子の立上り方向が異なる領域の境界部における液晶分子の挙動を示す図である。(a)電圧非印加時 (b)電圧印加時

【図11】液晶のねじれ方向が反対で液晶分子の立上り方向が異なる領域の境界部における液晶分子の挙動を示

す図である。(a) 電圧非印加時 (b) 電圧印加時

【図12】高分子を含む本発明の液晶表示装置を示す断面図である。

【図13】本発明の液晶表示装置の駆動方法に用いる波形の図である。(a) 本発明 (b) 従来技術

【図14】本発明の液晶表示装置の透過率-電圧曲線である。

【図15】本発明の液晶表示装置の一画素の偏光顕微鏡写真である。

【図16】本発明の液晶表示装置の一画素の偏光顕微鏡写真である(傾斜)。

【図17】本発明の液晶表示装置の視角特性を示す図である。

【図18】本発明の液晶表示装置の視角特性を示す図である。

【図19】本発明の液晶表示装置の視角特性を示す図である。

【図20】本発明の液晶表示素子のコントラストを示す図である。

【図21】低レベル時においてしきい値電圧以上の電圧を印加したときの応答曲線の図である。

【図22】実施例1で使用した基板の電極形状を示す図である。

【図23】本発明の液晶表示装置の偏光顕微鏡写真であ

る。

【図24】実施例2で得られた本発明の液晶表示装置の1画素の様子を拡大した図である。

【図25】従来の液晶表示装置の断面図である(電圧非印加)。

【図26】従来の液晶表示装置の課題を説明するための断面図である(電圧印加)。

【図27】従来の液晶表示装置の斜視図である。

【図28】従来の液晶表示装置の上面図である。

【図29】従来の液晶表示装置の断面図である。

【図30】従来の液晶表示装置を示す図である。

【図31】従来の液晶表示装置の課題を示す図である。

【符号の説明】

11 液晶分子

12 高分子

13 プレチルト角

21、31 配向膜

22、32 透明電極

23、3 ガラス基板

34 ラビング方向

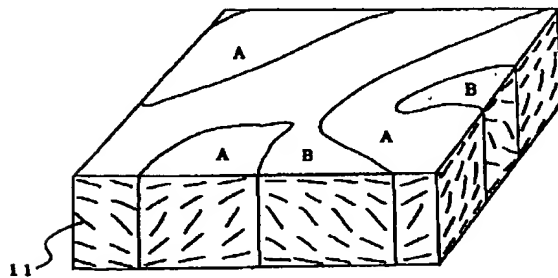
35 電極開口部

41、42 光線

A、B、C、D 配向の異なる微小領域

a-a'、b-b' 基板のラビング方向

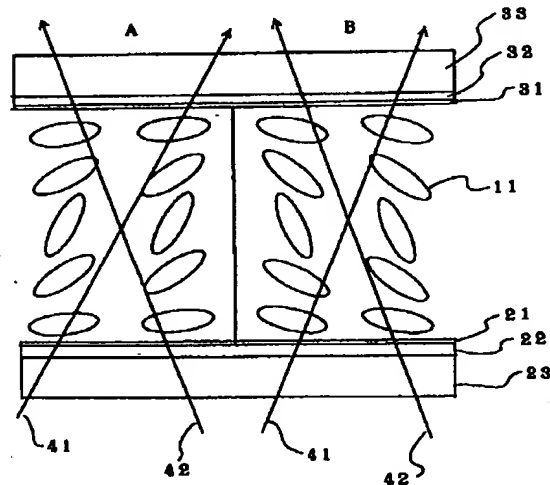
【図1】



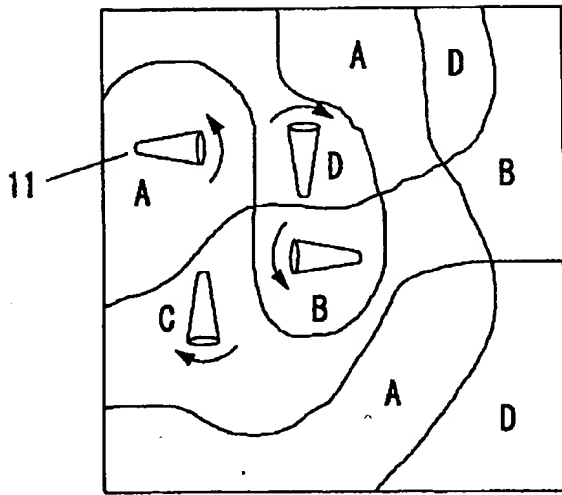
【図15】



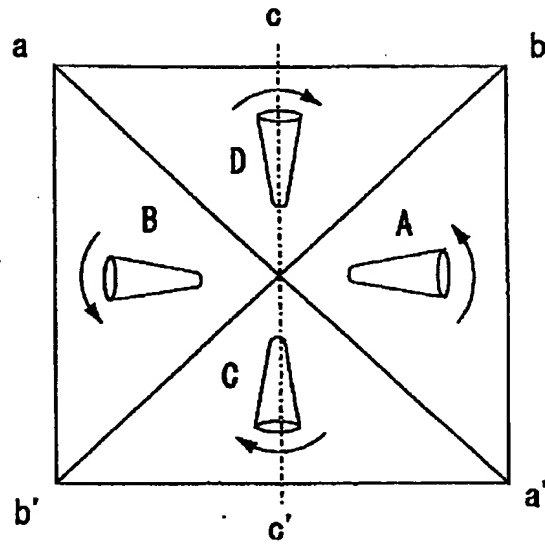
【図2】



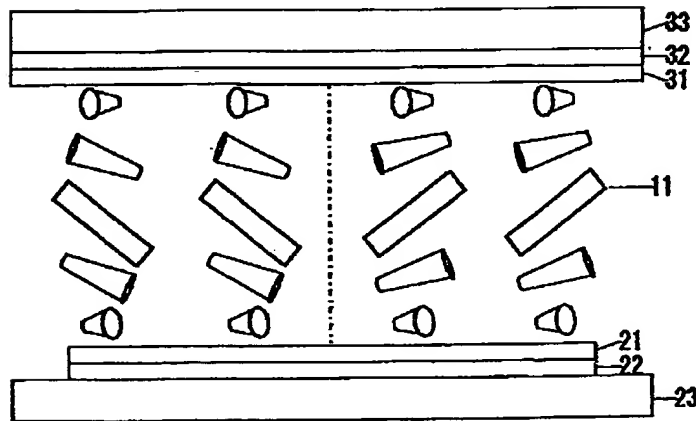
【図3】



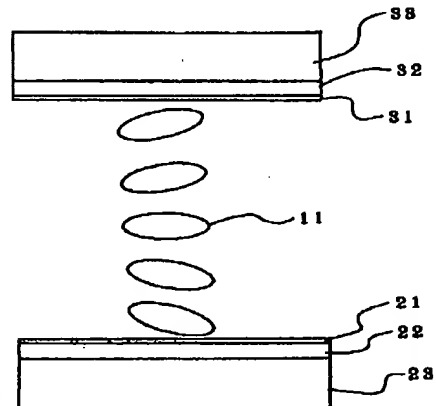
【図4】



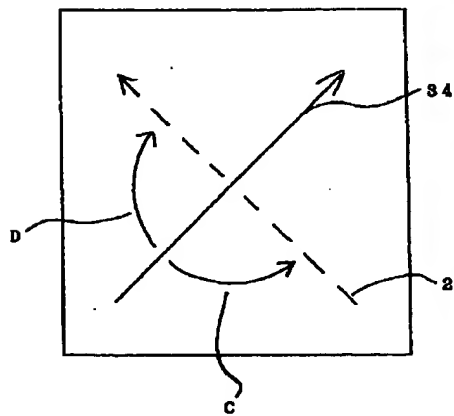
【図5】



【図6】



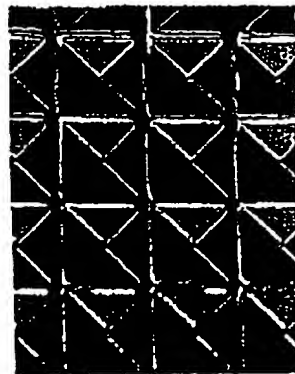
【図7】



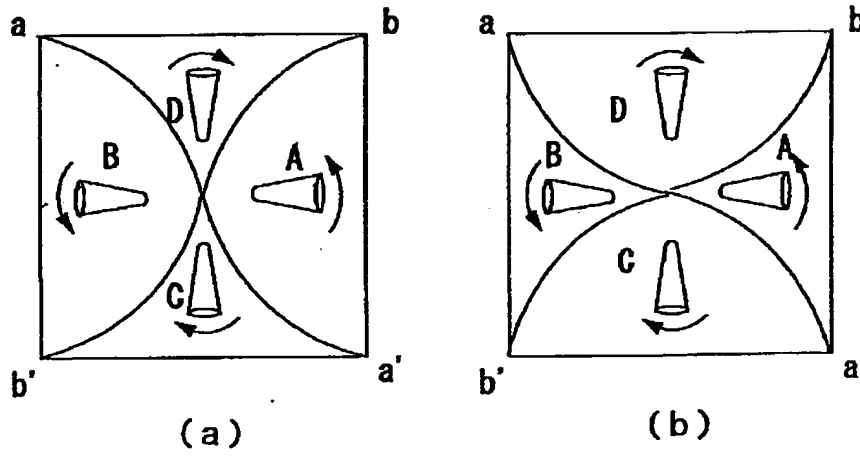
【図16】



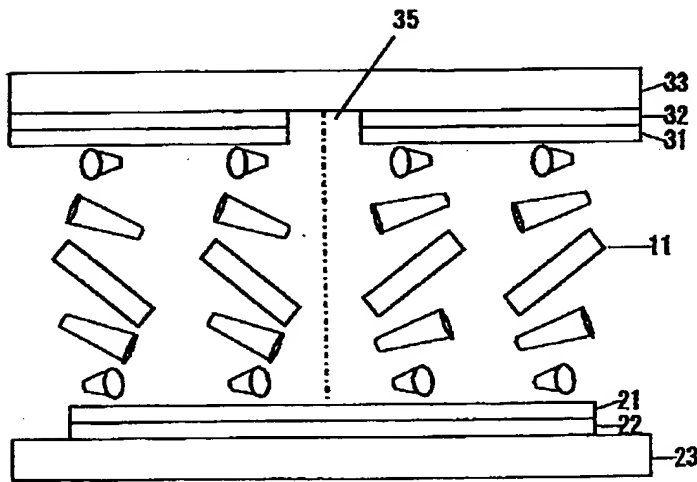
【図23】



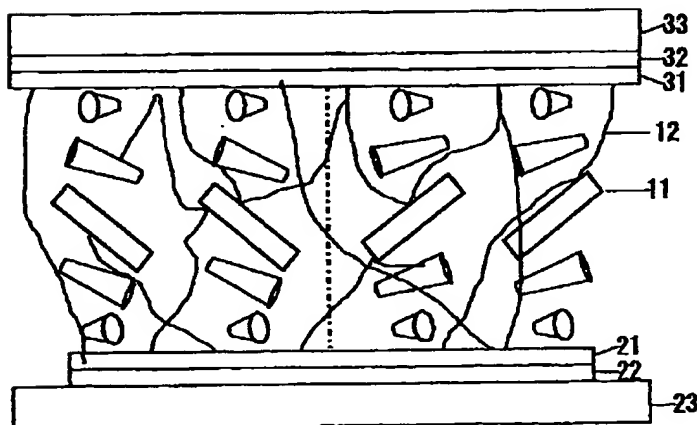
【図8】



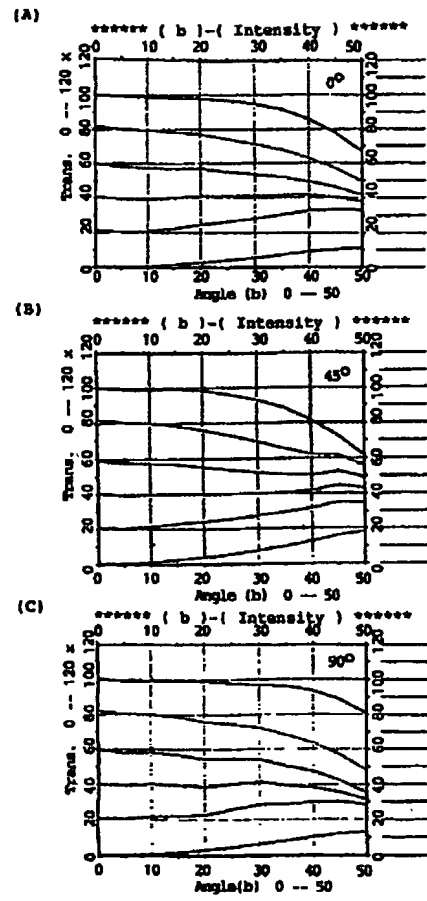
【図9】



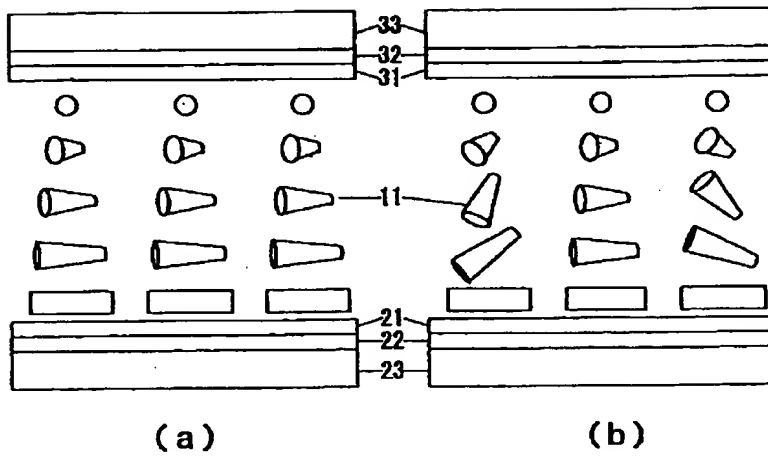
【図12】



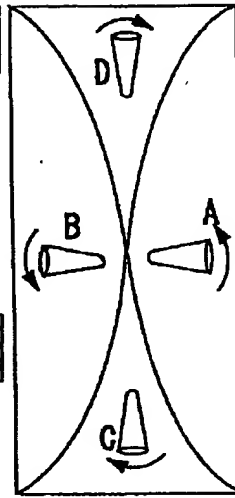
【図17】



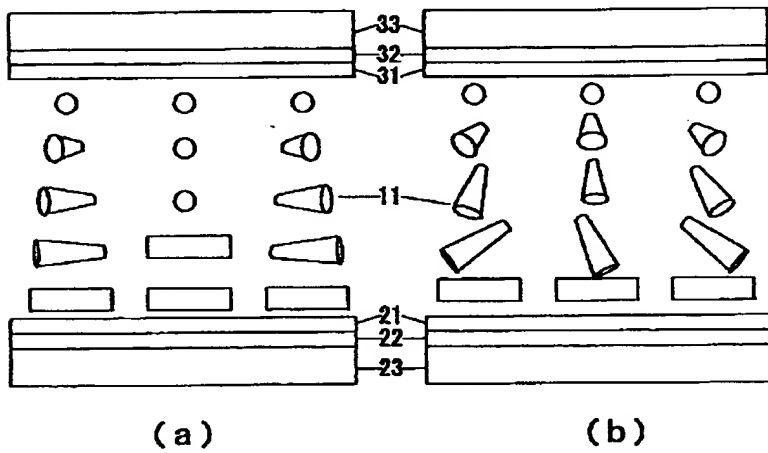
【図10】



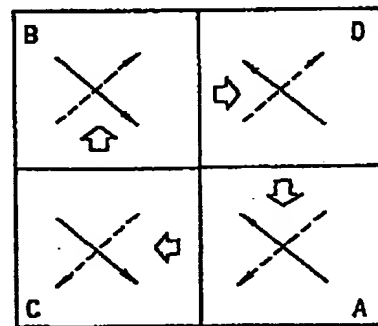
【図24】



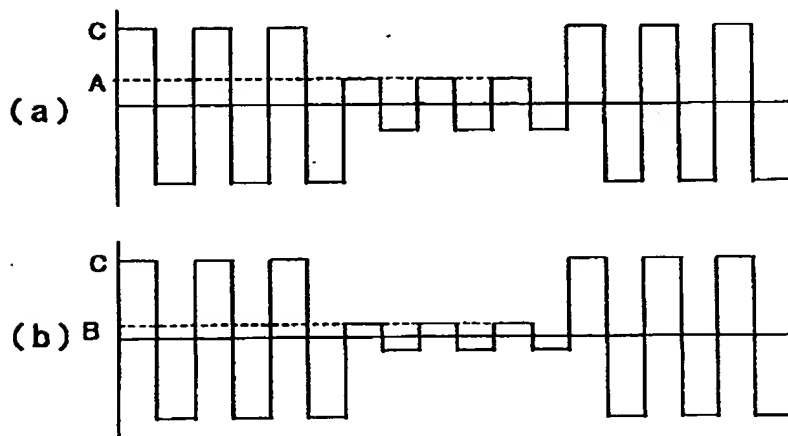
【図11】



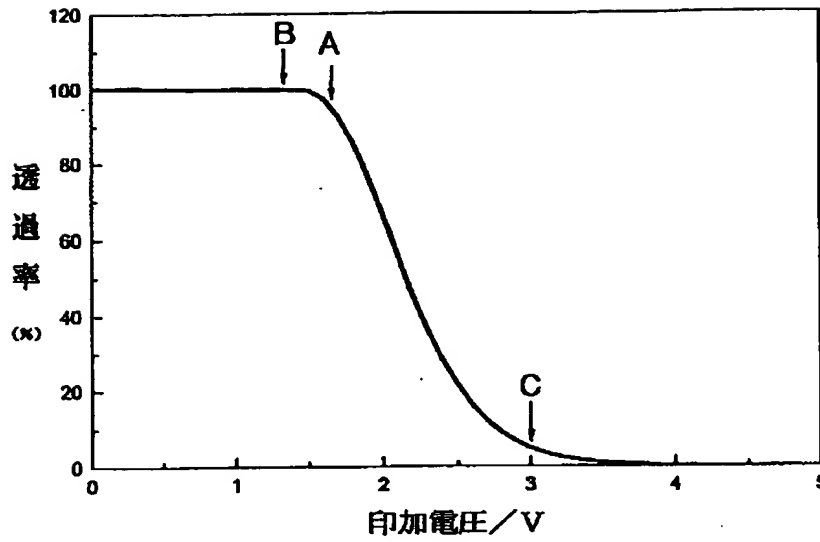
【図28】



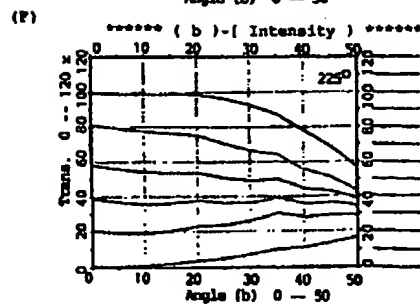
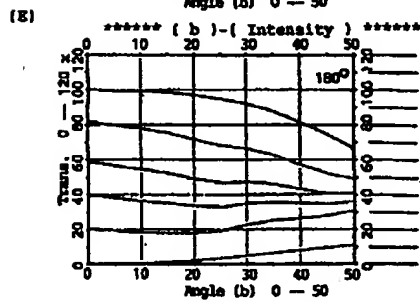
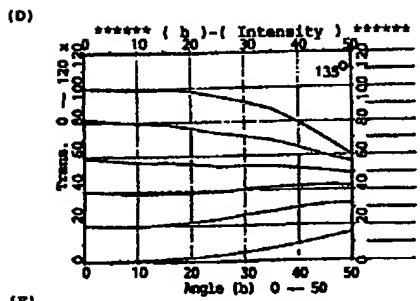
【図13】



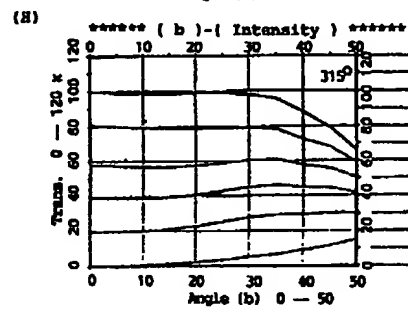
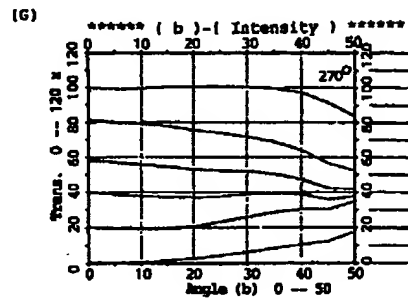
【図14】



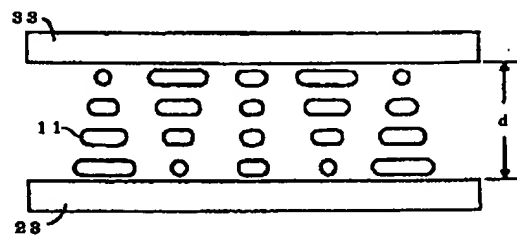
【図18】



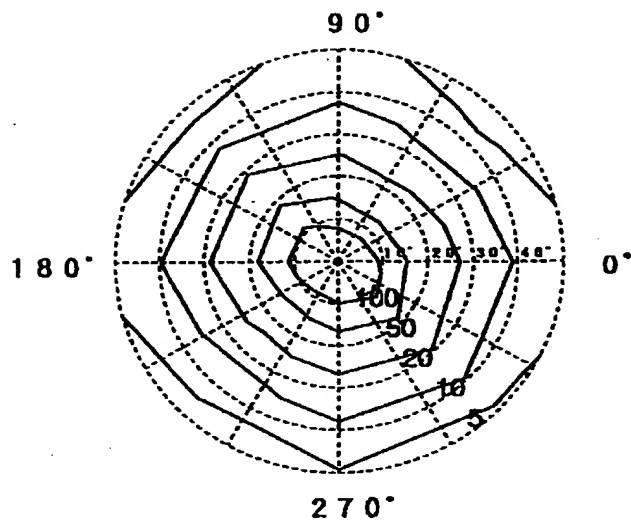
【図19】



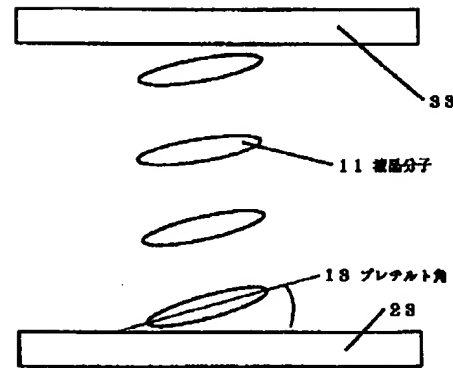
【図29】



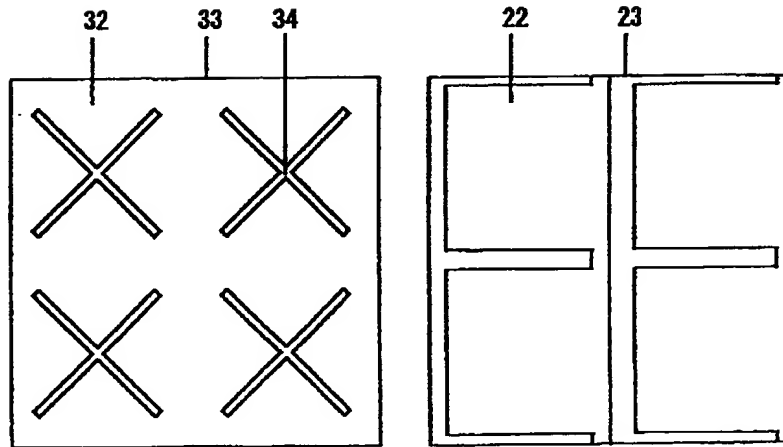
【図20】



【図25】



【図22】

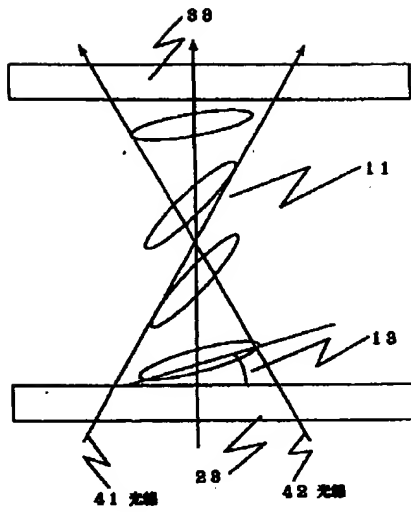


(a)

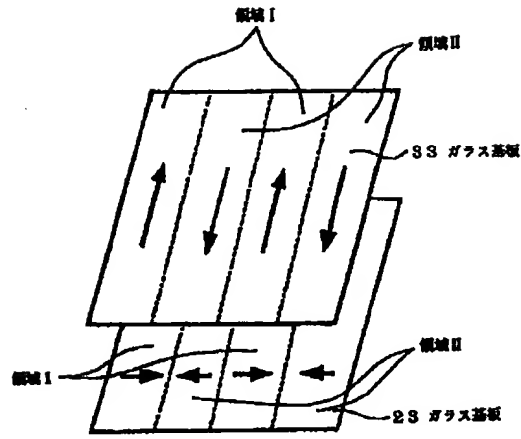
(b)

Graph showing Transmittance (%) versus Time (msec) for a photoconductive cell. The solid line represents the response with 1.6V bias ('ハイアス 1.6V'), and the dashed line represents the response without bias ('ハイアスなし'). The solid line shows a sharp drop in transmittance (increase in resistance) at approximately 1000 msec, while the dashed line remains relatively flat.

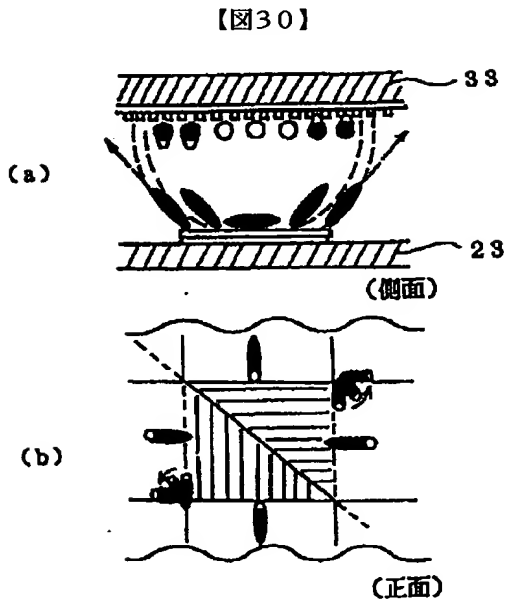
【図26】



【図27】

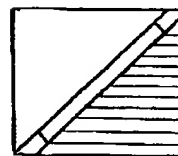
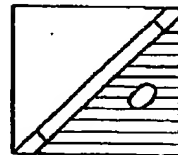
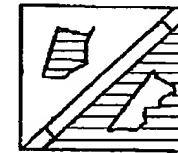
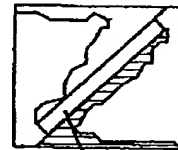


【図31】



電圧印加直後

時間経過



状態H
状態L